

Combinatiemogelijkheden van de modellen MAM en DRAM met een toepassing op de Nitraatrichtlijn

J.F.M. Helming
M.W. Hoogeveen
L. Mokveld
H.H. Luesink

Projectcode 20158

Juni 2005

Rapport 8.05.02

LEI, Den Haag

Het LEI beweegt zich op een breed terrein van onderzoek dat in diverse domeinen kan worden opgedeeld. Dit rapport valt binnen het domein:

- ☐ Wettelijke en dienstverlenende taken
- ☐ Bedrijfsontwikkeling en concurrentiepositie
- ☐ Natuurlijke hulpbronnen en milieu
- ☐ Ruimte en Economie
- ☐ Ketens
- ☐ Beleid
- ☐ Gamma, instituties, mens en beleving
- ☒ Modellen en Data

Combinatiemogelijkheden van de modellen MAM en DRAM met een toepassing op de Nitraatrichtlijn

Helming, J.F.M., M.W. Hoogeveen, L. Mokveld en H.H. Luesink

Den Haag, LEI, 2005

Rapport 8.05.02; ISBN 90-8615-009-8; Prijs € 18,50 (inclusief 6% BTW)

107 p., fig., tab., bijl.

Dit rapport doet verslag van een onderzoek waarin het Mest- en ammoniakmodel (MAM) en Dutch Regionalised Agricultural Model (DRAM) zijn afgestemd en gecombineerd toegepast voor het doorrekenen van een tweetal situaties. De basis (2002) en een scenario met daarin de verwachte beleidsmaatregelen voortkomend uit de Nitraatrichtlijn en derogatie. In de toepassing is ook het OPS-model (Operationeel Prioritaire Stoffen model) van RIVM ingezet voor de berekening van de ammoniakdepositie. De effecten op de veestapel, inkomen, bodembelasting en ammoniakemissie en -depositie zijn consistent met elkaar.

This report presents a modeling system that can be used to analyse the trade-off between economy and environment. It takes into account manure policy, farm structure and manure surpluses at farm level as well as the economic effects of manure surpluses at market level. The modeling system consists of two models that are linked to each other by on the one hand manure prices and distribution of manure over different destinations and on the other hand changes in agricultural and total manure production. The models are calibrated for 2002. The modeling system is tested to analyse the effects of sharpened manure policies until 2006.

Bestellingen:

Telefoon: 070-3358330

Telefax: 070-3615624

E-mail: publicatie.lei@wur.nl

Informatie:

Telefoon: 070-3358330

Telefax: 070-3615624

E-mail: informatie.lei@wur.nl

© LEI, 2005

Vermenigvuldiging of overname van gegevens:

- ☒ toegestaan mits met duidelijke bronvermelding
- ☐ niet toegestaan



Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO-NL) van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de Kamer van Koophandel Midden-Gelderland te Arnhem.

Inhoud

	Blz.
Woord vooraf	7
Samenvatting	9
Summary	15
1. Inleiding	19
1.1 Aanleiding	19
1.2 Doelstelling	20
1.3 Werkwijze in het kort	20
1.4 Effecten	21
1.5 Raakvlakken en afbakening	22
1.6 Leeswijzer	22
2. Modellen	23
2.1 Inleiding	23
2.2 MAM	23
2.3 DRAM	25
2.4 Verschillen tussen en overeenkomsten van MAM en DRAM	28
2.5 Afstemming van MAM en DRAM	29
2.6 OPS-model	29
3. Gecombineerde instrumentarium	31
3.1 Inleiding	31
3.2 Theorie	31
3.2.1 Mestafzet in MAM	31
3.2.2 Combinatie MAM-DRAM: endogene vraag naar mest en mestprijzen	33
3.2.3 Combinatie MAM-DRAM: gegeven vraag naar mest en mestprijzen	36
3.3 De meerwaarde van het gecombineerde instrumentarium	39
3.4 Conclusies	42
4. Toepassing van het instrumentarium	44
4.1 Inleiding	44
4.2 Nitraatrichtlijn en derogatie	44
4.3 Werkwijze en uitgangspunten basis en scenario	45

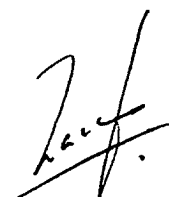
	Blz.
4.4 Resultaten	55
4.4.1 Landbouwproductie	55
4.4.2 Mestproductie, -overschot en afzet	56
4.4.3 Ammoniakemissie	60
4.4.4 Bodembelasting	61
4.4.5 Inkomen en marginale kosten voor mestafzet	63
4.4.6 Depositie	65
4.5 Conclusies	67
5. Discussie	69
6. Conclusies en aanbevelingen	71
6.1 Inleiding	71
6.2 Conclusies	71
6.3 Aanbevelingen voor afstemming en toekomstig onderzoek	73
Literatuur	75
Bijlagen	
1. Overeenkomsten van en verschillen tussen MAM en DRAM	79
2. Operationeel Prioritaire Stoffen model (OPS)	97
3. Procedure voor gecombineerd gebruik van MAM, DRAM en OPS	102

Woord vooraf

Dit rapport doet verslag van een poging om twee modellen van het LEI af te stemmen en gecombineerd in te zetten voor het beantwoorden van een praktische beleidsvraag op het gebied van de mineralenproblematiek in de landbouw. De nadruk van de rapportage ligt op het afstemmen en de methodiek van het combineren van beide modellen. De toepassing van het instrument heeft het karakter van een test en resultaten hiervan zijn indicatief. Bij de toepassing is ook gebruikgemaakt van het OPS-model van RIVM.

Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van DLO-programma 384 'Randvoorwaarden voor natuurbeheer' (programmaleider Wim de Vries, Alterra). Aanvankelijk was de doelstelling om tot een protocol voor afstemming en combinatie van de modellen MAM en DRAM te komen. Later is een toepassing van het gecombineerde instrument aan het project toegevoegd waarin verwachte maatregelen van het mestbeleid zijn doorgerekend. Het doel hiervan is het testen van het modelinstrument. Aan dit onderzoek hebben deelgenomen Harry Luesink, Lennard Mokveld, Marga Hoogeveen en John Helming (projectleider), allen van het LEI. Verder heeft Jan Cees Voogd (Alterra) de berekeningen met het OPS-model voor zijn rekening genomen.

Een woord van dank is verschuldigd aan een aantal interne deskundigen en externe deskundigen van Alterra en RIVM. Hun opmerkingen bleken zeer waardevol.



Prof.dr.ir. L.C. Zachariasse
Algemeen directeur LEI B.V.

Samenvatting

Inleiding

Het is maatschappelijk gezien aantrekkelijk om de milieudruk te verminderen tegen de laagst mogelijke kosten, rekening houdend met de verwachte veranderingen in de landbouw (herziening Gemeenschappelijk Landbouwbeleid onder druk van de WTO, multifunctionele landbouw, biologische landbouw enzovoort) en herbegrenzing van de EHS.

Het mineralenbeleid wordt ondersteund met onder andere het Mest- en ammoniakmodel (MAM). Hierbij is het niet mogelijk om gegevens eenvoudig te vergelijken met uitkomsten uit het Dutch Regionalised Agricultural Model (DRAM) om te zien of uitkomsten consistent zijn met verwachte landbouwkundige ontwikkelingen. DRAM is een mathematisch programmeringsmodel onder andere ontwikkeld voor het vinden van oplossingen voor mest- en mineralenoverschotten in de landbouw tegen de laagst mogelijke kosten. MAM is een verzameling van modules waarmee productie, overschot, transport, export en verwerking van mest en mineralen kunnen worden berekend.

De probleemstelling luidt dat de resultaten van de berekeningen over het milieubeleid van de modellen MAM en DRAM niet eenvoudig te vergelijken zijn zodat geen uitspraken te doen zijn over de consistentie tussen milieukundige en economische aspecten.

De doelstelling voor het onderzoek luidt:

- een zodanige kennis van aspecten van de modelspecificaties van MAM en DRAM te verkrijgen en een zodanige procedure voor samenwerking tussen de modellen te ontwikkelen (via vergelijking uitkomsten, koppelen van door te rekenen varianten en dergelijke) dat berekeningen gelijktijdig uitgevoerd met MAM en DRAM rond mineralenbeleid in een artikel kunnen worden gepubliceerd zonder tot wetenschappelijke problemen te leiden;
- evalueren van de meerwaarde van de combinatie MAM-DRAM-OPS bij de beantwoording van een praktische beleidsvraag;
- inzicht verschaffen in de verwachte landbouwstructuur (aantallen dieren naar diersoort, grondgebruik) en de daarbij behorende milieudruk per regio onder het voorgestelde Nitraatbeleid.

Het rapport is een methodenrapport geschreven voor degenen die zich willen verdiepen in het combineren en toepassen van de modellen MAM en DRAM.

De werkwijze bestond uit twee delen namelijk, de afstemming van de invoervariabelen in en de combinatie van de modellen MAM en DRAM enerzijds en de toepassing van het gecombineerde instrumentarium anderzijds. Beide delen zijn deels geïntegreerd opgepakt. Het gecombineerde modelinstrumentarium draagt bij aan het ondersteunen van het gebiedsgericht beleid inzake stikstof en daarnaast is het inzetbaar voor ander onderzoek naar ramingen van milieudruk en de landbouwstructuur en -inkomen bij verschillende vormen van milieu- en landbouwbeleid.

MAM

Het Mest- en ammoniakmodel (MAM) is een statisch model en wordt toegepast voor beleids(evaluerend) onderzoek. Doelstelling van het model is het berekenen van emissies uit verschillende bronnen, mestproductie en -plaatsing, de transporten van dierlijke mest en de kosten van transport en de bodembelasting met mineralen uit kunstmest en dierlijke mest. Het transport van overschotmest wordt geoptimaliseerd door de kosten van distributie, export en verwerking te minimaliseren. Het model onderscheidt een aantal hoofdthema's, te weten: mestproductie, mestruimte, mestoverschot, mesttransport en bodembelasting. Het hoofdthema bodembelasting komt in dit onderzoek niet aan de orde.

De sterke kanten van MAM zijn met name de gedetailleerde weergave van het mesttransport, de consistentie in het berekenen van de ammoniakemissies en de uitkomsten op verschillende aggregatieniveaus. Het model is gevalideerd.

DRAM

DRAM is een geregionaliseerd, mathematisch programmeringmodel van de Nederlandse sector.¹ Het model concentreert zich op prijzen van agrarische inputs en outputs en op de verdeling van de vaste inputs (grond, quota en mestafzetmogelijkheden) over landbouwactiviteiten (melkkoeien, vleesvarkens, granen, enzovoort).

Economisch handelen van ondernemers (gedrag) wordt in DRAM gesimuleerd door optimalisatie van het saldo (opbrengst minus variabele kosten) uit landbouwactiviteiten, gegeven technische, economische, ruimtelijke en beleidsmatige restricties.

In DRAM wordt het saldo niet gemaximaliseerd per bedrijf, maar juist over alle bedrijven heen. Op deze manier wordt rekening gehouden met de interactie tussen gedrag van ondernemers (verdeling vaste inputs over de landbouwactiviteiten) en marktprijzen. Bijvoorbeeld het effect van een verandering in de vraag naar mest en het aanbod van mest op de producentenprijs van mest.

De sterke kanten van DRAM zijn de complete en gedetailleerde beschrijving van de Nederlandse landbouwsector, de theoretische onderbouwing van gedrag, het hanteren van balansen voor vraag en aanbod en prijzen, implementatie van technologie veranderingen en regionale differentiatie in de productie en verbruik van inputs.

Verschillen in invoer tussen MAM en DRAM zijn de definities van dieren, gewassen, regio's, mestsoorten en mestafzetcategorieën. Daarnaast is de landbouwstructuur in MAM exogeen en in DRAM endogeen.

MAM en DRAM zijn afgestemd voor wat betreft de variabelen die gelijk gedefinieerd en gespecificeerd zijn. Dit zijn met name de milieuvariabelen. Verder is een methodiek ontwikkeld om informatie over regio's, dieren, mestsoorten tussen beide modellen uit te wisselen.

OPS-model

Het model OPS (Operationeel Prioritaire Stoffen) is een model voor de berekening van gemiddelde concentraties in de lucht en de depositie vanuit de atmosfeer. De invoer bestaat uit

¹ Een volledige algemene en wiskundige beschrijving van DRAM kan worden gevonden in Helming (2005).

emissies vanuit bronnen naar de lucht, waarbij broneigenschappen als uitworphoogte en dergelijke bepalend zijn voor de verspreiding. De uitvoer bestaat uit concentratie- en depositievelden met een te kiezen ruimtelijke resolutie. Standaard is een landelijke kaart op 5x5 km schaal uitgevoerd in het RDM-coördinatenstelsel. Het OPS-model is bedoeld als een universeel model, geschikt voor een reeks van stoffen. Sinds 1989 is de verspreiding en depositie van ammoniak in het model opgenomen. Het model bestaat uit een meteoprocessor en een model dat de verspreiding- en depositieberekeningen van drie processen (natte en droge depositie en chemische omzetting) uitvoert.

Het gecombineerde instrumentarium

In het gecombineerde instrumentarium is getracht om de sterke punten van beide modellen te behouden. De doelstelling van het gecombineerde instrumentarium is om zowel effecten op het milieu (milieudruk) als economische effecten te kunnen berekenen als gevolg van veranderingen in het milieubeleid.

Mestafzet berekend in MAM is de verbindingsschakel met DRAM. De mestafzetmogelijkheden in MAM zijn de mestafzet op het eigen bedrijf, in de eigen regio, buiten de eigen regio, export van mest en tot slot mestverwerking. MAM minimaliseert de kosten van transport van mest onder bepaalde restricties.

Twee methoden voor de economische module zijn bedacht om DRAM aan MAM te koppelen. Volgens de eerste methode genaamd *Combinatie MAM-DRAM: endogene vraag naar mest en mestprijzen* wordt de prijs van mest bepaald door de totale vraag en aanbod van mest in een regio middels een balans. Het kunstmestgebruik kan vervolgens worden bepaald aan de hand van de bemestingsbalans (dierlijke en kunstmest). De doelfunctie, maximalisatie van het inkomen uit landbouwactiviteiten, houdt rekening met de kosten voor mestafzet. Voordelen van deze methode zijn het simultaan bepalen van vraag en aanbod van dierlijke mest en de aansluiting qua mestafzetcategorieën, met MAM. Nadeel is dat de kalibratie van mestprijzen in het model op waargenomen prijzen veel tijd kan kosten.

De tweede methode genaamd *Combinatie MAM-DRAM: gegeven vraag naar mest en mestprijzen* is een eenvoudiger methode. Verondersteld is dat de vraag naar het mestoverschot (door transporteurs, veehouders en akkerbouwers) van vleesvarkens in het Zuidelijk overschotgebied de mestprijs bepaalt. Daartoe wordt gebruikgemaakt van een expliciete vergelijking tussen het mestoverschot en de mestprijs. De ontwikkeling van de mestprijs in de overige gebieden wordt proportioneel daaraan verondersteld.

De voordelen van deze methode zijn een expliciete beschrijving van de mestafzet op het eigen bedrijf en een eenvoudige kalibratie van de vraag naar mest op de waargenomen mestprijzen. Het aantal variabelen is beperkt waardoor het maximalisatieprobleem eenvoudig op te lossen is. Het belangrijkste nadeel van de tweede methode is dat er geen terugkoppeling plaatsvindt tussen de vraag naar mest in MAM en de mestprijs, zoals in de eerste methode.

De tweede methode is gekozen vanwege de eenvoudige kalibratie op bestaande mestprijzen. Het sturingsmechanisme van het gecombineerde instrumentarium wordt bepaald door de marginale kosten van de mestafzet per dier.

Het gecombineerde instrumentarium heeft de volgende opzet. De MAM-resultaten op regionaal niveau over mestproductie per diersoort, ammoniakemissie uit stal en opslag, mestverdeling naar allerlei afzetkanalen en bijbehorende mestprijs berekend volgens bovenstaande

expliciete vraagvergelijking, zijn input voor het vereenvoudigde DRAM. DRAM berekent op basis van winstmaximalisatie de optimale mix van landbouwactiviteiten per regio en het aanbod van mest waarbij rekening wordt gehouden met de kosten voor mestafzet voor de verschillende sectoren afkomstig uit MAM. Resultaten van DRAM over de veestapel en landgebruik zijn vervolgens input voor MAM voor het berekenen van de bodembelasting en de ammoniakemissie. Ammoniakemissie is vervolgens input voor het OPS-model welke de depositie bepaald.

De meerwaarde van het gecombineerde instrumentarium is dat de economische consequenties van de uitkomsten van MAM op een consistente manier worden geanalyseerd: economische effecten zijn direct af te leiden uit veranderingen in mestafzet en bijbehorende mestprijzen.

Toepassing van het instrument

De bedoeling van de toepassing is om het instrument te testen. Testen in de zin van of het naar behoren werkt en zijn de resultaten aannemelijk gezien de methode en uitgangspunten. Om dit te doen zijn voor een basisjaar (2002) en een scenario uitgangspunten opgesteld en zijn deze vervolgens doorgerekend. Voor de basis zijn de modellen MAM en DRAM afzonderlijk doorgerekend waarbij de uitkomst van MAM als input voor DRAM dient om de referentie te bepalen voor inkomen en landbouwstructuur. De berekeningen met MAM ten behoeve van de Milieubalans 2004 over het jaar 2002 dienen als basis. In het scenario zijn verwachte beleidsmaatregelen voortkomend uit de Nitraatrichtlijn en derogatie bepaald en in combinatie met veelal gelijke uitgangspunten als bij de basis doorgerekend met het gecombineerde instrumentarium. Er is een procedure ontwikkeld voor de doorgifte van de resultaten uit MAM naar DRAM en omgekeerd. Uitkomsten van MAM zijn ook input voor het OPS-model.

Het scenario verschilt ten opzichte van de basis in uitgangspunten op het gebied van de verwachte beleidsmaatregelen voortkomend uit de Nitraatrichtlijn en derogatie (met name de invoering van gebruiksnormen en forfaitaire excreties), de excretie van melkkoeien en de acceptatiegraad van dierlijke mest in afhankelijkheid van de normering.

Aan de hand van het mestoverschot wordt een regionale mestprijs berekend. De mestprijs en de mestvraag uit MAM wordt doorgegeven aan DRAM. Hiertoe levert MAM per mestgebied (31 gebieden) en per mestsoort de mestafzet naar de verschillende bestemmingen.

Resultaten

- Toepassing van het gecombineerde instrumentarium MAM en DRAM is goed uitvoerbaar. Gebruikmaken van bestaande sets van uitgangspunten (basis en scenario) is zinvol vanwege efficiency.
- De uitkomsten van de berekeningen zijn geldig voor de gehanteerde uitgangspunten welke deels gebaseerd zijn op de stand van zaken van het nieuwe mestbeleid in het voorjaar/zomer van 2004. Deels zijn uitgangspunten voor het scenario gefixeerd op het jaar 2002.
- De effecten van het beleid verondersteld in het scenario 50mg105/85 zijn een daling van de veestapel met 1-4%, in het bijzonder een daling van 10-14% van de varkensstapel ten opzichte van het jaar 2002. De daling van de varkensstapel wordt ingegeven

door de naar verwachting grotere druk op de mestmarkt (minder vraag) waardoor voor een deel van de mest geen afzet is. De modelrestrictie op de export en verwerking van pluimveemest en de vuistregel dat bedrijven met een mestoverschot geen mest aanvoeren beïnvloeden deels de resultaten. De effecten op het grondgebruik zijn op nationaal niveau zeer gering. Dit komt doordat geen rekening wordt gehouden met mogelijke aanpassingen in het grondgebruik, teneinde de mestafzetmogelijkheden op het eigen bedrijf, in de eigen regio of buiten de eigen regio te maximaliseren. Er zijn regionale verschillen in de verandering van de veestapel geconstateerd die met name te verklaren zijn door de druk op de mestmarkt.

- Een kleinere veestapel in het scenario leidt tot zowel een lagere mestproductie als een lagere ammoniakemissie ten opzichte van de basis. De ammoniakemissie daalt relatief sterker doordat niet alle mest geplaatst kan worden en daarom geëxporteerd wordt. De aanwendingsemmissie van deze mest telt daardoor niet mee voor de Nederlandse ammoniakemissie.
- Door de geringere mestproductie en bemesting zal de bodembelasting met fosfaat en stikstof afnemen voor de meeste gewassen, alleen niet-getelde grond wordt meer belast. Dit komt met name omdat in 2002 er niet genoeg mest was om ook alle niet-getelde grond van mest te voorzien.
- De inkomens op sectorniveau (opbrengsten minus variabele kosten ofwel bruto toegevoegde waarde) voor de primaire sectoren berekend in het scenario 50 mg105/85 variëren van +11% (vleesveehouderij) tot -23% (varkenshouderij) ten opzichte van de basis. Uitgezonderd de vleesveehouderij gaan de dierlijke sectoren erop achteruit. In deze berekening is buiten beschouwing gebleven de inkomsten uit mestacceptatie en de extra kunstmestkosten. De verandering in de inkomsten uit mestacceptatie worden geschat op ongeveer 80 miljoen euro. De effecten op inkomen zijn in de overschotregio's groter dan daarbuiten.
- De ruimtelijke variatie in de ammoniakemissiereductie (landelijk 8%) is groot. Per provincie varieert dit van een toename van ruim 20% in Zeeland tot een reductie van 17% in Noord-Brabant. Wat dit voor gevolgen heeft voor de overschrijding van de kritische depositie is niet nader onderzocht. Omdat er duidelijk sprake is van een verschuiving in het ruimtelijk beeld, is het zeer relevant om in een vervolgonderzoek ook naar de overschrijding van de kritische depositie te kijken.

Discussie

In hoofdstuk 5 worden een aantal tekortkomingen van de toegepaste methodiek beschreven. De eerste is dat de vraag naar mest exogeen is in de economische analyse, waardoor er geen terugkoppeling is van de mestprijs naar de vraag naar mest. De tweede is dat doordat wordt uitgegaan van bestaande bedrijfsstructuur en grondgebruik, het instrument als een korte termijn model moet worden beschouwd. Ten derde is er veel onzekerheid over het gedrag ten aanzien van de vraag naar en aanbod van dierlijke mest. Hiervoor zijn aannames gedaan. Ten vierde is in de toepassing de cyclus MAM-DRAM eenmaal doorlopen. Het meerdere malen doorlopen leidt tot convergentie van de resultaten uit beide modellen. Tot slot zijn de organische stof balans en het kunstmestverbruik niet in de toepassing van het instrument meegenomen.

Aanbevelingen

In het rapport worden aanbevelingen gedaan voor het vervolg van de ontwikkeling van in gecombineerde instrumentarium. Het betreft aanbevelingen over de methode, de afstemming van beide modellen en de mate van detail van aggregatie.

Summary

Linking farm and market models to analyse the effects of the EU Nitrate Directive for the Dutch agricultural sector

This report presents a modelling system that can be used to analyse the trade-off between economy and environment. The first objective of this study is to develop a modelling system that takes into account the relationship between manure policy, farm structure and manure surpluses at farm level as well as the economic effects at the aggregated market level. The modelling system consists of two models that are linked to each other by on the one hand manure prices and distribution of manure over the different destinations and on the other hand changes in agricultural and total manure production.

The second objective of this paper is to apply this modelling system to the new manure and nutrients policy regime from 2006 onwards.

One model is the so-called Manure and Ammonia Model (MAM) (Groenewold et al., 2002). This model calculates manure surpluses and deficits at the farm level and distribution of manure to own farm, own region, other regions, export abroad and processing at the regional level. Moreover, MAM also calculates ammonia emissions coming from different sources. The second model is a market model that includes the most important agricultural markets. The models are calibrated for 2002. The modelling system is tested to analyse the effects of sharpened manure policies until 2006.

MAM

The manure and ammonia model (MAM) as available at LEI, The Hague, was developed during the 1980s and has been further developed and used for manure policy analyses ever since (Luesink et al., 2004, Staalduinen et al., 2001 and 2002; Groenwold et al., 2002; Oudendag and Luesink, 1998). The basic ideas in MAM are (a) manure is a by-product of livestock production and manure supply is assumed inelastic in the short run, (b) crops need a minimum amount of nitrogen (N) and phosphate (P) to reach a maximum yield, (c) to fulfill the nutrient requirements both nutrients from animal manure and mineral fertiliser can be used, (d) application of animal manure is restricted by manure regulatory standards and willingness to accept animal manure and (e) distribution of manure to different kind of destinations is based on cost minimisation (f) nutrients N and P in manure are not separable. The latter means that in general meeting the crop requirements of one nutrient will require higher manure applications than needed to meet the crop requirement of the other nutrient.

Within MAM manure surpluses and manure deficit at farm level are aggregated to 31 regions, the so-called manure regions, before it is transported to other destinations. Altogether 29 types of animal manure are distinguished, differing in nutrients content and dry matter content. Individual crops are aggregated to 9 crop groups. Aggregation of regions, manure types and crops is necessary to limit computation time and because of limited computer capacity.

DRAM

The Dutch Regionalised Agricultural Model (DRAM) can be defined as a comparative static, partial equilibrium, regionalized Positive Mathematical Programming (PMP) model of Dutch agriculture with environmental aspects. This model is presented and discussed in Helming (2005). The core of DRAM is an maximisation of total profits from agriculture with the restriction that economic, technical, environmental, spatial and policy constraints are respected. Here, profits are defined as revenue minus total variable costs. The basic underlying assumption is that farmers' behaviour can be described by the maximisation of profits from individual agricultural activities. Profits are maximised simultaneously across all farms to take into account the relationship between market effects and farmers' behaviour. Simultaneous optimisation of farm profits assumes an optimal allocation of agricultural inputs and outputs across the farms, so that profits from agriculture at the national level are maximised. This optimal allocation of inputs and outputs is achieved when marginal costs are greater than or equal to marginal revenues for all agricultural activities in the model.

The market model uses manure prices (costs) (euro per m³) and distribution of animal manure per type of animal manure in volume terms. All manure prices in the market model are exogenous, e.g. determined outside the market model.

The OPS model (Operational Preferred Substance model) is a model for calculation of averaged concentration in the air and the deposition from atmosphere. In this study the OPS-model is used to calculate deposition of ammonia based on the outcome of MAM.

Linking MAM and the market model

Economic and environmental effects for the Dutch agricultural sector of the manure policy switch is iteratively determined by the modelling system in different steps. The first step is the translation of the new manure policy in terms of MAM and the model calculates the distribution of the manure over the different type of destinations and the manure purchase price in the own region. In the second step, these results are fed into the market model. This model calculates the effects of changes in manure distribution and manure prices on livestock activities and allocation of land to crops. In the third step, these results are feed back into MAM. This is done by means of regional indices that are applied at farm level. Given the new farm structure and the new manure policy, distribution of manure and manure prices are updated.

The strength of the modelling system are that environmental variables as manure surpluses and deficits and emission of ammonia are calculated at farm level, taking into account differences in farm structure. Moreover, the calculations apply to the whole of the Netherlands, that is all farms that are included in the Dutch agricultural census. The incorporation of the results into the market model allows to calculate regional and national effects on agricultural production, in an economic consistent way. Interactions between agricultural activities are taken into account through the modelling of (a limited number of) final agricultural output markets, markets of intra-sectorally produced inputs (young animals and roughage) and markets of fixed inputs (land and quota).

Application

The next step was to test the linked models. For a base year (2002) data is obtained from for instance the Annual Census and the Dutch Farm Accountancy Data Network (FADN). The manure and ammonia model is calibrated to observed distribution of animal manure in 2002. The market model is calibrated to observed activity levels in 2002.

A scenario is based on the expected manure policy in the Netherlands from 2006 onwards. It is assumed that the sharpened manure policy in 2006 is introduced in the base with exogenous variables at base year levels (2002). As in reality manure policies are sharpened gradually overtime, giving time to farmers to adjust, the results will give maximum effects.

The kind of results of the linked models are agricultural production in the base and under the sharpened manure policy, changes in distribution of animal manure, changes in costs of animal manure, economic effects (revenues minus variable costs) and environmental effects (application of animal manure, ammonia emission and deposition of ammonia).

Model improvements

This paper presents a modelling system that can be used for detailed analyses of changes in manure policies. The modelling system is based on farm models and market models that are iteratively linked to each other. A number of improvements are determined.

The first point is that there is no feed back between changes in purchase price of animal manure and willingness to accept manure from other farms in MAM. The second point is that the distribution as calculated by MAM is not based on first order conditions of demand and supply (that means manure supply is fixed). The third point is that allocation of land over the crops is now underestimated because changes in manure prices are not translated into changes of marginal fertilisation costs per crop. These three points could be improved upon by including manure surpluses (transport of manure within the own region, to other regions and to export and processing of manure) as endogenous variables in the market model. Moreover, it also requires the modelling of fertilisation balances. However, if this is done at farm level, this will result in an enormous increase in computation time and demand for computer capacity. Another difficulty is that the model will not automatically calibrate to observed purchase prices of animal manure.

Another point that can be improved upon is that the specification of MAM and the market model needs to be harmonised further.

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

Het is maatschappelijk gezien aantrekkelijk om de milieudruk te verminderen tegen de laagst mogelijke kosten, rekening houdend met de verwachte veranderingen in de landbouw (herziening Gemeenschappelijk Landbouwbeleid onder druk van de WTO, multifunctionele landbouw, biologische landbouw enzovoort) en herbegrenzing van de EHS. Met het oog op de belangrijke inspanningen die samenhangen met het vinden van de juiste balans tussen landbouw en de natuur, is aandacht voor de kosten-baten relatie belangrijk. Dit blijkt ook uit vragen van het Milieu- en Natuurplanbureau rond het verminderen van de milieudruk tegen de laagst mogelijke kosten.

Het mineralenbeleid wordt ondersteund met onder andere het Mest- en ammoniakmodel (MAM). Hierbij is het niet mogelijk om gegevens eenvoudig te vergelijken met uitkomsten uit het Dutch Regionalized Agricultural Model (DRAM) om te zien of uitkomsten consistent zijn met verwachte landbouwkundige ontwikkelingen. DRAM is een mathematisch programmeringsmodel onder andere ontwikkeld voor het vinden van oplossingen voor mest- en mineralenoverschotten in de landbouw tegen de laagst mogelijke kosten. MAM is een verzameling van modules waarmee productie, overschot, transport, export en verwerking van mest en mineralen kunnen worden berekend. Dit was de aanleiding om een project uit te voeren waarin voorzien wordt in een afstemming van de modellen MAM en DRAM zodanig dat zowel milieukundige als economische aspecten op een consistente wijze worden berekend. Om de samenhang tussen de veranderende landbouw en de milieudruk door nutriënten (met name stikstof) en ammoniak beter te begrijpen, is voorafgaand een project uitgevoerd worden waarin de modellen MAM en DRAM op elkaar worden afgestemd (Helming, 2003). Op basis van de afstemming en combinatie MAM en DRAM kunnen data worden aangeleverd aan OPS voor depositieberekeningen.

In onderhavig rapport wordt de aanpak en het resultaat van het geïntegreerde project weergegeven. Dit omvat delen van het bestaande plan van aanpak van het project 'Integrale systeemanalyse stikstof in relatie tot kosteneffectiviteit van beleidsmaatregelen. Afstemming en stroomlijning van het MAM-model met het DRAM-model' en het vervolg hierop te weten 'Het effect van de nitraatderogatie op de emissie van ammoniak door koppeling MAM-DRAM-OPS'.

1.2 Doelstelling onderzoek

De doelstelling voor het onderzoek luidt:

- een zodanige kennis van aspecten van de modelspecificaties van MAM en DRAM te verkrijgen en een zodanige procedure voor samenwerking tussen de modellen te ontwikkelen (via vergelijking uitkomsten, koppelen van door te rekenen varianten en dergelijke) dat berekeningen gelijktijdig uitgevoerd met MAM en DRAM rond mineralenbeleid in een artikel kunnen worden gepubliceerd zonder tot wetenschappelijke problemen te leiden;
- evalueren van de meerwaarde van de combinatie MAM-DRAM-OPS bij de beantwoording van een praktische beleidsvraag;
- inzicht verschaffen in de verwachte landbouwstructuur (aantallen dieren naar diersoort, grondgebruik) en de daarbij behorende milieudruk per regio onder het voorgestelde Nitraatbeleid.

Dit document is een methodenrapport waarin wordt uitgelegd hoe de afstemming en combinatie tussen de modellen MAM en DRAM tot stand is gekomen. Daarnaast worden de uitgangspunten, data en resultaten voor een basis en een scenario beschreven. Dit rapport is geschreven voor degene die zich willen verdiepen in het combineren en toepassen van de gebruikte modellen.

1.3 Werkwijze in het kort

De werkwijze bestond uit twee delen namelijk, de afstemming van de invoervariabelen in en de combinatie van de modellen MAM en DRAM enerzijds en de toepassing van het gecombineerde instrumentarium anderzijds. Beide delen zijn deels geïntegreerd opgepakt. De afstemming van beide modellen bestond uit het analyseren van verschillen en overeenkomsten van de modellen op het gebied van de input, werking en aggregatieniveau (zie bijlage 1). Daarna is met name in DRAM een aantal variabelen qua schaal en niveau aangepast aan MAM. Gecombineerd met de toepassing van het modelinstrumentarium met als basisjaar 2002 heeft afstemming en analyse plaatsgevonden van mestvolume en mineralenexcretie, werkzame deel uit dierlijke mest, aanwendingskosten, mestexport en mestverwerking en ammoniakemissie. Daarna is het concept voor het gecombineerde modelinstrumentarium opgezet en toegepast voor een basisjaar en een scenario van het toekomstig mestbeleid.

Voor het basisjaar (2002) zijn de modellen MAM en DRAM afzonderlijk van elkaar gedraaid. Het basisjaar dient als referentiejaar en dient voor afstemming van de beide modellen en analyse van de verschillen. Vervolgens zijn in een scenario beleidsmaatregelen rond het nitraatbeleid en derogatie bepaald en doorgerekend. Er is een procedure ontwikkeld voor doorgifte van resultaten van MAM aan DRAM en omgekeerd. De resultaten van het scenario zijn doorgegeven aan het OPS-model (RIVM model dat ook door Alterra wordt gebruikt) en waarmee vervolgens consequenties voor depositie en biodiversiteit zijn berekend.

De afstemming omvat twee delen namelijk:

1. de afstemming van de uitgangspunten en modelparameters van MAM en DRAM in de basis; en

2. de wijze waarop uitkomsten van DRAM worden doorgegeven aan MAM en andersom. Hier betreft dieraantallen, arealen per gewas welke vanuit DRAM aan MAM doorgegeven kunnen worden. MAM geeft verdeling van mest over afzetmogelijkheden door aan DRAM.

De resultaten van MAM van het scenario Nitraatbeleid en derogatie worden doorgegeven aan het OPS-model. Hiervoor is in een overleg tussen LEI en Alterra bepaald wat en hoe er doorgegeven wordt. De werkwijze vergt nauw contact met de modeldeskundigen van DRAM en MAM. Door regelmatig overleg en intensieve uitwisseling van data en resultaten zijn de resultaten tot stand gekomen.

Het project is in belangrijke mate door het LEI uitgevoerd, daarnaast voor een klein deel door Alterra, dat de berekeningen met het OPS-model voor haar rekening heeft genomen.

1.4 Effecten

De effecten van het resultaat van dit onderzoek zijn tweeërlei:

- enerzijds is het gecombineerde instrument primair opgezet om het gebiedsgerichte beleid inzake stikstof te ondersteunen. Daarnaast is het modelinstrumentarium aanleverend voor de Natuurverkenningen en aanverwante studies;
- anderzijds is het afgestemde modelinstrumentarium inzetbaar voor ander onderzoek naar ramingen van milieudruk en de landbouwstructuur en -inkomen bij verschillende vormen van milieu- en landbouwbeleid.

1.5 Raakvlakken en afbakening

Dit project heeft raakvlakken en afbakening ten opzichte van de volgende projecten:

- in de toekomst wordt een formele actualisatie van DRAM gemaakt met beschikbare BIN-data. De resultaten daarvan worden nu nog niet meegenomen. Actualisatie tot en met 2002 vanuit landbouwtellingen en andere databronnen worden wel meegenomen;
- het project MAMBO. Dit in 2004 en 2005 lopende project beoogt een herziening van het MAM-model waarbij zowel naar aspecten van soft- en hardware, beheersaspecten als naar inhoudelijke (de behoefte van klanten) aspecten wordt gekeken. Naar verwachting is MAMBO in 2005 operationeel, derhalve heeft het MAMBO project geen consequenties voor het onderhavige project welke eind 2004 gereed is. Wel is het zaak om de resultaten van de afstemming mee te nemen in het project MAMBO.

Er worden geen extra beleidsvarianten doorgerekend. Voor het scenario geldt dat er geen rekening wordt gehouden met autonome ontwikkeling tussen 2002 en 2006 voor wat betreft grondgebruik en dieraantallen (behoudens de ontwikkelingen in de melkveestapel als gevolg van quoterings) en technische ontwikkelingen. Dit betekent dat veranderingen in het mestbeleid worden gesimuleerd op basis van landbouwkundige situatie in 2002.

De bestaande modellen MAM en DRAM zijn in dit project niet gewijzigd. Voor de economische effecten is er een eenvoudiger model gedestilleerd uit het oorspronkelijke

DRAM. Er worden aanbevelingen gedaan die meegenomen worden in lopend onderhoud of revisie van beide modellen.

1.6 Leeswijzer

Nadruk in deze rapportage ligt op de afstemming en combinatie van de modellen MAM en DRAM en de ontwikkeling van een gecombineerd instrument MAM-DRAM. In hoofdstuk 2 en 3 en bijbehorende bijlagen wordt hiervan verslag gedaan. Deze hoofdstukken gaan in op de afzonderlijke modellen, de combinatie van de beide modellen, de uitwisseling van modelgegevens, de werking en afbakening van het gecombineerde instrumentarium. Een toepassing van het gecombineerde modelinstrumentarium wordt beschreven in hoofdstuk 4. Het betreft uitgangspunten en resultaten van een referentiejaar en een scenario voor invulling van het toekomstig mestbeleid. Hoofdstuk 5 bevat een discussie van zowel de combinatie van modellen als van de toepassing hiervan voor een beleidsscenario. Hoofdstuk 6 bevat de conclusies en aanbevelingen.

2. Modellen

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de gebruikte modellen MAM, DRAM en OPS in het kort afzonderlijk besproken. Daarna komen aan de orde de verschillen tussen en overeenkomsten van de modellen MAM en DRAM. Tot slot wordt de afstemming van MAM en DRAM voor zover het modelparameters betreft besproken. Dit hoofdstuk dient om de lezer een indruk te geven van de gebruikte modellen. Voor gedetailleerde informatie over de modellen wordt in de betreffende paragrafen verwezen naar de bijlagen dan wel naar andere literatuur.

2.2 Mest- en ammoniakmodel (MAM)

Deze paragraaf beschrijft in het kort de belangrijkste aspecten van het Mest- en Ammoniakmodel (MAM). De beschrijving is gebaseerd op het LEI-rapport *Het Mest- en Ammoniakmodel* (Groenwold et al., 2002).

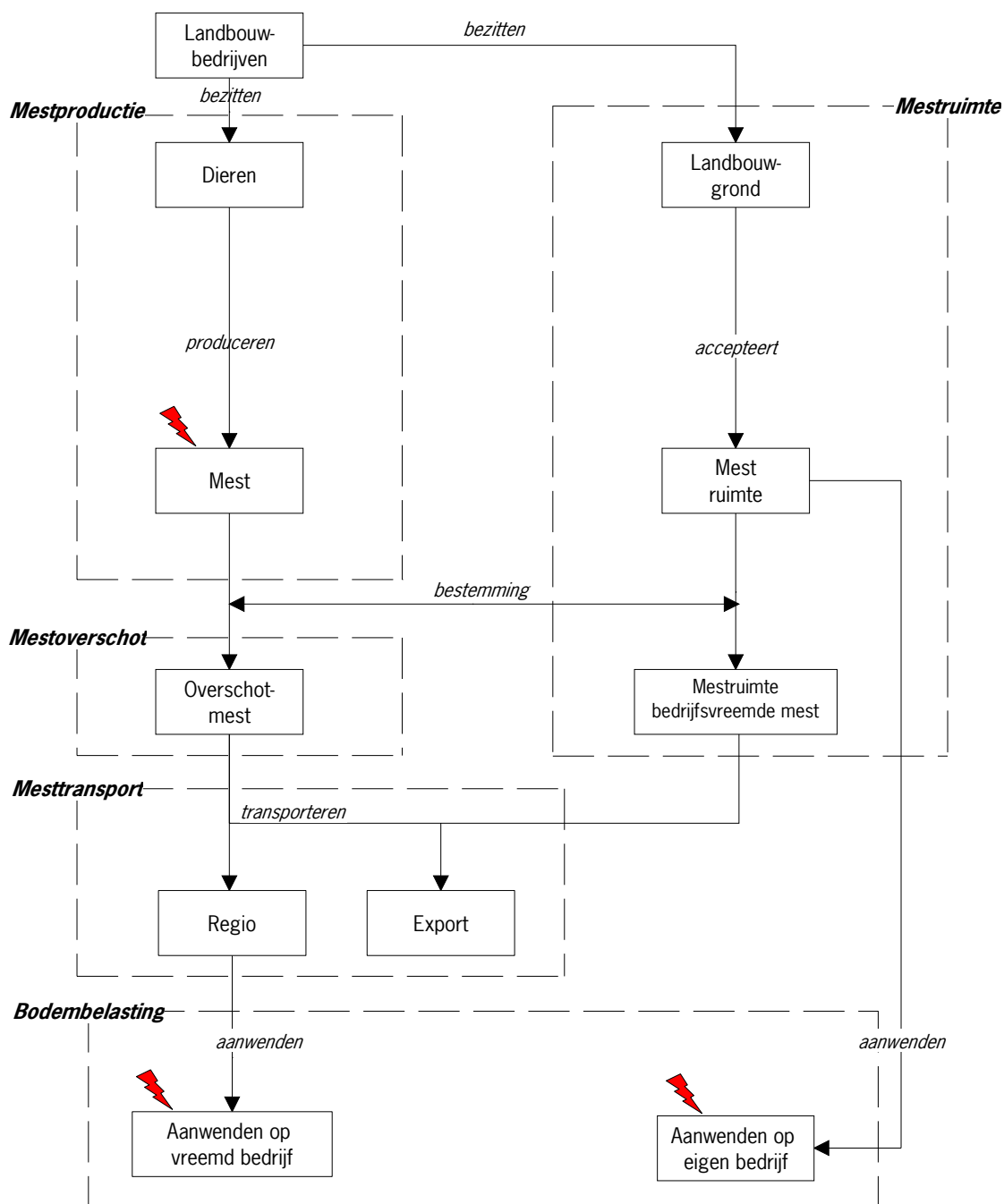
In het model zijn vijf hoofdthema's (figuur 2.1) te onderscheiden, te weten: mestproductie, mestruimte, mestoverschot, mesttransport en bodembelasting. Het hoofdthema bodembelasting komt in dit onderzoek niet aan de orde.

De mestproductie vindt plaats op *landbouwbedrijven*¹ waar landbouwhuisdieren worden gehouden. Deze *dieren* produceren mest, waarbij ammoniak vrijkomt. Hoeveel ammoniak er vrijkomt, is afhankelijk van diersoort, voersysteem en standplaats van de *dieren*. De *mest* wordt, voor zover mogelijk, op de eigen *landbouwgrond* aangewend. De hoeveelheid te plaatsen mest op het eigen bedrijf is afhankelijk van de areaal *landbouwgrond* en de hoeveelheid mest die volgens de 'aanwendingsnormen' (term uit het model) per hectare mag worden aangewend, de zogenaamde *mestruimte* (mestplaatsingsruimte). Het niveau van de mestproductie en mestruimte van het bedrijf bepaalt het *aanwenden op eigen bedrijf* en welk deel van de mest als *overschotmest* wordt beschouwd. Bij het *aanwenden op eigen bedrijf* komt opnieuw ammoniak vrij. Indien de *mestruimte* niet volledig is benut, dan kan er op dat bedrijf nog mest van andere bedrijven worden geplaatst, de zogenaamde *mestruimte bedrijfsvreemde mest*. Hoeveel bedrijfsvreemde mest er op dat bedrijf daadwerkelijk nog kan worden afgezet, is afhankelijk van de acceptatiegraad. De acceptatiegraad is dat deel van de *mestruimte bedrijfsvreemde mest* dat maximaal opgevuld kan worden met bedrijfsvreemde mest.

De *overschotmest* (mestoverschot) wordt getransporteerd naar andere bedrijven binnen of buiten de eigen *regio* of is bestemd voor *export*. Het transport van *overschotmest* wordt geoptimaliseerd door de kosten van distributie, export en verwerking te minimaliseren. Mest

¹ De cursief gedrukte termen in onderstaande toelichting van het model verwijzen naar de termen in figuur 2.1. Dit zijn termen die in het model gebruikt worden.

 = ammoniakemissie



Figuur 2.1 Mest- en Ammoniakmodel in vijf hoofdthema's (hoofdthema bodembelasting is niet van toepassing in dit onderzoek). De ontladingstekens in de figuur geven aan waar ammoniakemissies optreden

met lage mineralengehalten wordt daardoor minder ver getransporteerd dan mest met hoge mineralengehalten. De *overschotmest* die in of buiten de eigen regio weer wordt getransporteerd, wordt op een ander landbouwbedrijf aangewend (*aanwenden op vreemd bedrijf*). Bij *aanwenden op vreemd bedrijf* komt opnieuw ammoniak vrij. Om de omvang van het model te beperken is mestafzet op het vreemd bedrijf, in MAM vereenvoudigd tot afzet van bedrijfsvreemde mest in de eigen regio. Als het gaat om afzet buiten de eigen regio, gaat het per definitie om bedrijfsvreemde mest.

2.3 Dutch Regionalised Agriculture Model (DRAM)

De economische module van het MAM-DRAM systeem wordt geleverd door DRAM. DRAM is een geregionaliseerd, mathematisch programmeringsmodel van de Nederlandse sector.¹ Het model concentreert zich op prijzen van agrarische inputs en outputs en op de verdeling van de vaste inputs (grond, quota en mestafzetmogelijkheden) over landbouwactiviteiten (melkkoeien, vleesvarkens, granen, enzovoort).

Figuur 2.2 geeft een beschrijving van DRAM. Economisch handelen van ondernemers (gedrag) wordt in DRAM gesimuleerd door optimalisatie van het saldo (opbrengst minus variabele kosten) uit landbouwactiviteiten, gegeven technische, economische, ruimtelijke en beleidsmatige restricties. Een belangrijke veronderstelling is dat uitgegaan wordt van een optimale verdeling van de vaste inputs over de verschillende landbouwactiviteiten en van een optimale productie in de uitgangssituatie. Het landbouwsaldo is maximaal als marginale opbrengsten en marginale kosten in het model aan elkaar gelijk zijn. Bij een verandering in een van de exogene variabelen, passen endogene prijzen in het model en verdeling vaste inputs over de landbouwactiviteiten zich zodanig aan, totdat marginale opbrengsten en marginale kosten overal weer aan elkaar gelijk zijn.

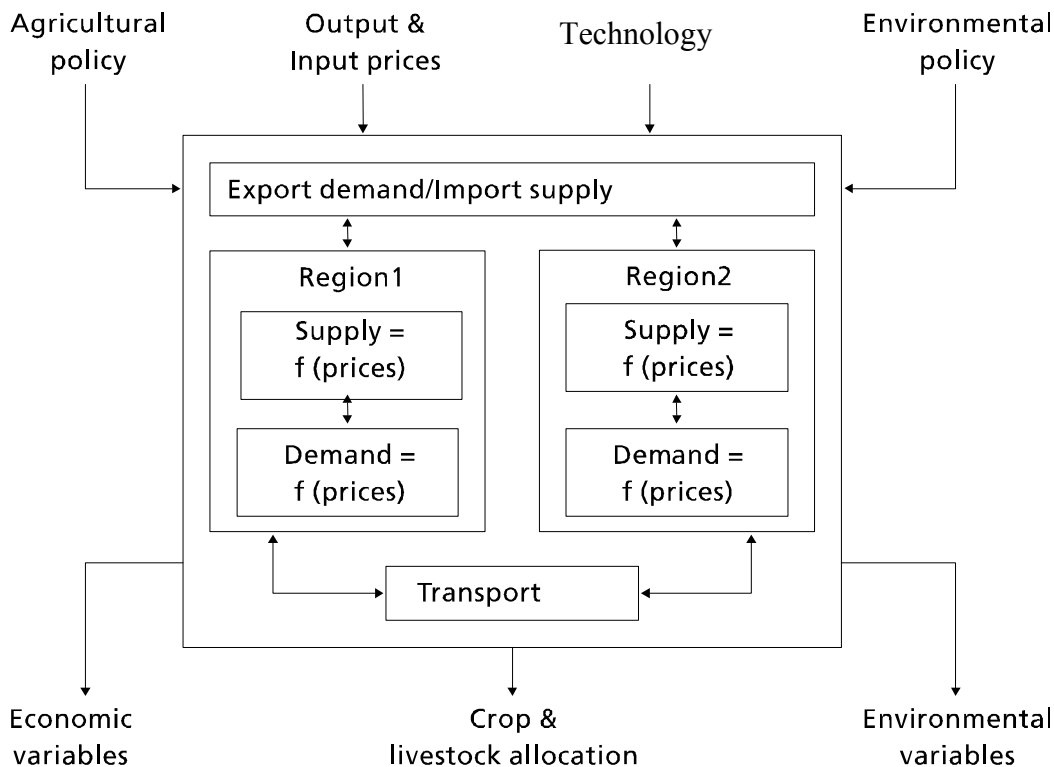
In DRAM wordt het saldo niet gemaximaliseerd per bedrijf, maar juist over alle bedrijven heen. Op deze manier wordt rekening gehouden met de interactie tussen gedrag van ondernemers (verdeling vaste inputs over de landbouwactiviteiten) en marktprijzen. Bijvoorbeeld het effect van een verandering in de vraag naar mest en het aanbod van mest op de producentenprijs van mest.

Om de omvang van het model te beperken worden individuele bedrijven in DRAM geaggregeerd naar zogenaamde regionale bedrijven. In de huidige versie van DRAM worden 14 regio's onderscheiden. De selectie van de regio's is met name gebaseerd op grondsoort, maar houdt ook rekening met concentratie van sectoren in de verschillende regio's, bijvoorbeeld intensieve veehouderij in het Zuidelijk Zandgebied.

Productie van outputs en verbruik van inputs is in DRAM gedesaggregeerd tot het niveau van landbouwactiviteiten. In totaal beschrijft DRAM 14 akkerbouwactiviteiten, twee ruwvoeractiviteiten (gras- en snijmaïsproductie), zeven intensieve veehouderijactiviteiten, inclusief vleesvee en vleeskalveren en negen verschillende melkveehouderijactiviteiten. Intensieve veehouderijactiviteiten betreffen vleesvee, vleeskalveren, vleesvarkens, fokzeugen, leghennen, vleeskuikens en moederdieren van vleeskuikens. Veehouderijactiviteiten produceren meerdere producten. Zo produceren de fokzeugen, biggen, vlees en mest. Elk diertype

¹ Een volledige algemene en wiskundige beschrijving van DRAM kan worden gevonden in Helming (2005).

produceert een eigen mestsoort, zo wordt rekening gehouden met verschillen in mineraleninhoud per type mest.



Figuur 2.2 Schematische weergave van DRAM

Technische input- en outputcoëfficiënten betreffende jongvee, nutriënten (stikstof (N) en fosfaat (P_2O_5)) en gras en snijmaïs, de zogenaamde interne leveringen in DRAM, zijn gegeven en vast per activiteit, maar kunnen verschillen per regio. DRAM bevat voor bovengenoemde interne leveringen goederenbalansen waarmee vraag en aanbod gesimuleerd kan worden. Aan de aanbodkant van de balans staan eigen productie, importen uit andere regio's en importen uit het buitenland. Aan de vraagkant van de balans staat eigen consumptie, exporten naar andere regio's, exporten naar het buitenland en grootschalige mestverwerking. De balansen voor dierlijke mest (een mestbalans per type mest, daarbij één-op-één-relatie tussen type mest en dier) bevat daarnaast ook nog verwerking van dierlijke mest. Prijzen van interne leveringen worden gedeeltelijk endogeen bepaald. Dat wil zeggen, voor zover ze niet geëxporteerd of geïmporteerd worden. Export- en importprijzen van interne leveringen zijn wel exogeen.

De gewassen hebben een vaste outputcoëfficiënt per hectare gewas. Om die hoeveelheid output te bereiken zijn een bepaalde hoeveelheid nutriënten (stikstof (N) en fosfaat (P_2O_5)) nodig. De benodigde hoeveelheid kan zowel afkomstig zijn uit kunstmest als uit dierlijke mest. In DRAM wordt daarbij rekening gehouden met nutriënteninhoud en werkingspercentages van de nutriënten in dierlijke mest, verschillend per mesttype. Het wer-

kingspercentage hangt ook af van het tijdstip van aanwending. Dit tijdstip kan verschillen per regio. Daarnaast wordt rekening gehouden met beperkte mestacceptatie. In DRAM kan dit verschillen per groep van landbouwactiviteiten, bijvoorbeeld een maximale aanwending van dierlijke mest over alle akkerbouwgewassen in een regio in DRAM.

Prijzen van interne leveringen zoals dierlijke mest worden dus binnen DRAM bepaald als schaduw prijzen op bovengenoemde goederenbalansen van vraag en aanbod. In het geval mest wordt getransporteerd tussen regio's dan zijn regionale prijsverschillen gelijk aan de transportkosten. Export van mest kan beperkt worden door een bovengrens op te leggen aan de export van mest.

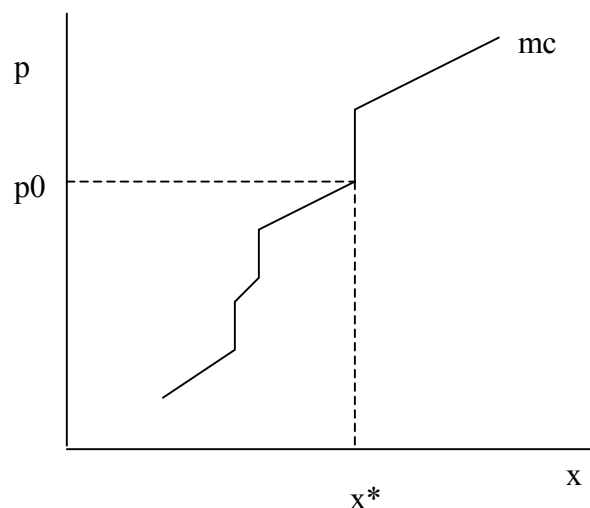
Overige variabele inputs (exclusief kunstmest) die worden meegenomen betreffen krachtvoer, bestrijdingsmiddelen en overige variabele inputs (overig kunstmest, loonwerk, zaaizaad en pootgoed, energie en bijproducten (als een negatieve input)). Marginale kosten van overige variabele inputs per activiteit worden gemodelleerd als een lineaire functie van de productieomvang. De Positive Mathematical Programming (PMP) benadering wordt gebruikt om de parameters van de marginale kosten functie (of inverse aanbodfunctie) te berekenen zodanig dat de waargenomen productieomvang bijna exact wordt gereproduceerd door het optimalisatiemodel (Howitt, 1995 en 2002).

Omdat het model uitgaat van winstmaximalisatie is vereist dat marginale opbrengsten en marginale kosten voor alle landbouwactiviteiten aan elkaar gelijk zijn. Dit is weergegeven in 2.3. Figuur 2.3 laat zien dat marginale kosten, weergegeven door lijn mc , inderdaad een lineaire functie is van de productieomvang (weergegeven door x). Er zijn verschillende redenen waarom marginale kosten afnemen bij een dalende productieomvang:

- daling in verbruik van aangekochte variabele inputs per eenheid activiteit (efficiency) en toename van de hoeveelheid output per eenheid activiteit als gevolg van technische verandering binnen bedrijven (minder uitval door ziekte, oude stallen komen eerder leeg, enzovoort);
- daling in verbruik van aangekochte variabele inputs per eenheid activiteit (efficiency) en toename van de hoeveelheid output per eenheid activiteit als gevolg van technische verandering over de bedrijven heen (bedrijven met relatief hoge marginale kosten stoppen met produceren).

Bij een stijging van de productie gebeurt het omgekeerde. De verandering in de marginale kosten zoals hierboven beschreven compenseren mogelijke, sprongsgewijze, toename (afname) van de marginale kosten als gevolg van het meer (minder) restrictief worden van technische en beleidsmatige beperkingen in het model. Een voorbeeld van een beleidsmatige beperking en een sprongsgewijze stijging (daling) van de marginale kosten in DRAM zijn hogere (lagere) mestafzetkosten als gevolg van hogere (lagere) mestprijzen vanwege afname (toename) van de mestafzetmogelijkheden.

Omdat veelal uitgegaan wordt van vaste prijzen voor eindproducten (outputs) en gegeven de vaste output coëfficiënten per landbouwactiviteit, worden marginale opbrengsten per landbouwactiviteit weergegeven als een rechte horizontale lijn. Figuur 2.3 laat zien dat in het optimum het aanbod gelijk is aan x^* en de prijs gelijk is aan p_0 .



Figuur 2.3 Vraag naar en aanbod van landbouwactiviteit x

2.4 Verschillen tussen en overeenkomsten van MAM en DRAM

Voor een goede afstemming tussen de modellen MAM en DRAM is een gedetailleerd overzicht nodig van verschillen en overeenkomsten tussen beide modellen. Bijlage 1 geeft een dergelijk overzicht waarin per model de doelstellingen, de beschrijving, en de sterke en zwakke punten zijn beschreven. Daarnaast zijn ook de invoervariabelen en de werkwijze van de beide modellen naast elkaar gezet. Tot slot zijn in een discussie de overeenkomsten en verschillen in invoervariabelen tussen de modellen besproken.

Deze paragraaf beperkt zich tot het beschrijven van de sterke punten van de beide modellen, verschillen tussen en overeenkomsten in de invoer van beide modellen.

De sterke punten van MAM zijn:

- gedetailleerde weergave van mesttransport;
- consistentie op het gebied van emissie van ammoniak uit dierlijke mest en beschikbaarheid van mineralen voor aanwending (koppeling van modellen);
- berekent overschotten op allerlei niveaus (bedrijf, gemeente, provincie, nationaal);
- mogelijkheden van export en/of verwerking van mest worden bepaald op basis van economische optimalisatie;
- het model is gevalideerd.

De sterke punten van DRAM zijn:

- complete en gedetailleerde beschrijving van de Nederlandse landbouwsector;
- gebaseerd op neo-klassieke economische theorie van het producenten gedrag, zodat uitkomsten eenvoudig zijn te interpreteren en communiceren;
- balansen van grond, quota, mest, jongvee, ruwvoer en een geselecteerd aantal finale landbouwproducten waarvoor prijzen en vraag en aanbod simultaan worden bepaald;
- verschillende type melkkoeien worden meegenomen waardoor technologieveranderingen mogelijk zijn afhankelijk van (schaduw)prijs veranderingen;

- regionale differentiatie landbouwproductie en verbruik van inputs in de landbouwsector;
- gedetailleerde weergave van bemestingseisen per gewas, technische restricties op gebruik dierlijke mest en mineralenbalansen over groepen gewassen mogelijk.

De verschillen tussen MAM en DRAM zijn:

- verschillen in definities van dieren en gewassen;
- verschillen in definities van regio's;
- verschillen in definities van mestsoorten;
- verschillen in mestafzetcategorieën binnen regio, met name de categorie mestafzet op het eigen bedrijf komt in MAM wel voor, maar niet in DRAM;
- landbouwstructuur en totale mestaanbod in een regio is exogeen in MAM en endogeen in DRAM.

MAM en DRAM gebruiken vaak dezelfde informatiebronnen.

2.5 Afstemming van MAM en DRAM

De afstemming heeft zich met name beperkt tot variabelen die in MAM en DRAM gelijk gedefinieerd en gespecificeerd zijn. Dit zijn met name milieuvariabelen als mestvolume en mineralenexcretie, werkzame deel uit dierlijke mest, aanwendingskosten, mestexport en mestverwerking en ammoniakemissie. De verschillen in definities en specificaties van dieren, mestsoorten en gewassen in MAM en DRAM konden in dit project niet worden opgelost. Tevens zijn er verschillen in mestafzetcategorieën tussen MAM en DRAM. In het bestaande DRAM worden minder regio's onderscheiden en wordt binnen een regio, de mestafzet op het eigen bedrijf niet als aparte afzetcategorie meegenomen.

In plaats van het exact afstemmen van definities en specificaties van dieren, mestsoorten en gewassen is ervoor gekozen om een methodiek te ontwikkelen waarin regio's in DRAM worden afgestemd op de mestafzetgebieden in MAM. Daarnaast vinden er aanpassingen in de structuur (specificatie van vergelijkingen, aantal vergelijkingen) van DRAM plaats, zodanig dat mestafzet op het eigen bedrijf expliciet kan worden meegenomen. Afstemming van dieren en mestsoorten in MAM en DRAM gebeurt op basis van koppelingstabellen.

2.6 OPS-model

Het model OPS (Operationeel Prioritaire Stoffen) is een model voor de berekening van gemiddelde concentraties in de lucht en de depositie vanuit de atmosfeer. De invoer bestaat uit emissies vanuit bronnen naar de lucht, waarbij broneigenschappen als uitworphoogte en dergelijke bepalend zijn voor de verspreiding. De uitvoer bestaat uit concentratie- en depositievelden met een te kiezen ruimtelijke resolutie. Standaard is een landelijke kaart op 5x5 km schaal uitgevoerd in het RDM-coördinatenstelsel. Het OPS-model is bedoeld als een universeel model, geschikt voor een reeks van stoffen. Sinds 1989 is de verspreiding en depositie van ammoniak in het model opgenomen. Het model bestaat uit een meteoroprocessor en

een model dat de verspreiding- en depositieberekeningen van drie processen (natte en droge depositie en chemische omzetting) uitvoert. In bijlage 2 wordt het OPS-model nader beschreven.

3. Gecombineerd instrumentarium

3.1 Inleiding

In het gecombineerde instrumentarium is getracht om de sterke punten van beide modellen intact te houden. Voor MAM zijn dit de gedetailleerde weergave van de vraag naar mest bij gegeven aanbod van mest. In principe modelleert DRAM zowel de vraag als het aanbod van mest, echter op een minder gedetailleerd niveau (regio's mestsoorten, aanwendingstechnieken, enzovoort). Als het gaat om de combinatie met MAM en het gebruikmaken van sterke punten van individuele modellen, kan DRAM zich dus beter richten op het aanbod van mest. Met behulp van DRAM kan het aanbod van mest worden bepaald op basis van economisch handelen van ondernemers en bij gegeven vraag naar mest en mestprijs.

Het was niet de bedoeling om een nieuw model te ontwikkelen. Omwille van de beperkte capaciteit is een afstemming en combinatie van de modellen gerealiseerd.

De doelstelling van het gecombineerde instrumentarium is om zowel effecten op het milieu (milieudruk) als economische effecten te kunnen berekenen als gevolg van veranderingen in het mestbeleid.

In dit hoofdstuk wordt de opzet van het instrumentarium, de keuzes, de werking en de afbakening en de uitwisseling van gegevens beschreven.

3.2 Theorie

In deze paragraaf wordt eerst een beschrijving gegeven van mestvraag (mestafzet) en mestafzetkosten bij gegeven mestproductie in MAM. Vervolgens worden een tweetal methodes beschreven om DRAM te koppelen met MAM. De eerste methode gaat uit van het bestaande DRAM-model, dus zowel vraag als aanbod van mest en de mestprijs worden binnen het model bepaald (endogene mestprijs). Nieuw ten opzichte van het bestaande DRAM-model is dat rekening wordt gehouden met mestafzet op het eigen bedrijf, mestafzet in de eigen regio en mestafzet buiten de eigen regio, afkomstig uit MAM. De tweede methode gaat uit van een gegeven mestprijs in DRAM, die bepaald wordt als functie van de mestvraag in zoals berekend door MAM (exogene mestprijs).

3.2.1 Mestafzet in MAM

MAM berekent het mestoverschot op bedrijfsniveau en mestafzet (=vraag naar mest) op regionaal en nationaal niveau. Daarbij worden 31 mestgebieden onderscheiden. In MAM wordt uitgegaan van een gegeven landbouwproductie, dus omvang en samenstelling van de veestapel en het grondgebruik zijn gegeven.

In MAM worden de volgende mestafzetmogelijkheden meegenomen:

- mestafzet op het eigen bedrijf;

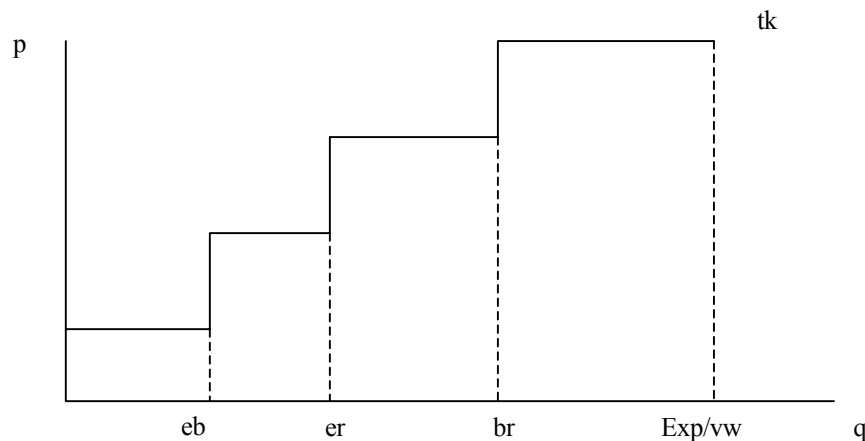
- in de eigen regio;
- buiten de eigen regio;
- export van mest;
- mestverwerking.

Het modelleren van het gedrag beperkt zich in MAM tot het minimaliseren van transportkosten onder de restrictie dat totale mestproductie gelijk blijft. In die zin is MAM met name een technisch model, met een module om mestafzetkosten te minimaliseren. Daarbij wordt uitgegaan van gegeven prijzen. De kosten van mestafzet zijn echter wel verschillend voor de verschillende mestafzetmogelijkheden:

- de kosten van mestafzet op het eigen bedrijf zijn gelijk aan de aanwendingskosten;
- de kosten van mestafzet in de eigen regio en buiten de eigen regio zijn gelijk aan de aanwendingskosten plus transportkosten. De transportkosten zijn een functie van het aantal getransporteerde kilometers;
- de kosten van export van mest en mestverwerking verschillen per mestsoort.

Naast kosten van mestafzet zijn er mogelijk ook opbrengsten van mestaanwending. Deze zijn gelijk aan de waarde van de werkzame nutriënten in de mest en een correctie voor de kwaliteit van de mest.

De netto-aanwendingskosten per mestsoort zijn gelijk aan de aanwendingskosten minus de opbrengsten van mestaanwending. Per afzetmogelijkheid berekent MAM zowel de hoeveelheid als de bijbehorende totale netto-aanwendingskosten. Per mestsoort per bedrijf of regio komen we dus tot de volgende stapsgewijs lineaire totale mestafzet-kostenfunctie voor mest:



p is de prijs (netto kosten) per eenheid mest;
 q is de hoeveelheid mest;
 eb is de aangewende hoeveelheid op het eigen bedrijf;
 er is de aangewende hoeveelheid in de eigen regio;
 br is de aangewende hoeveelheid buiten de eigen regio;
 exp/vw is de geëxporteerde en verwerkte hoeveelheid mest;
 tk is de totale kostenfunctie.

Figuur 3.1 Nettokosten van mestaanwending

Figuur 3.1 illustreert dat de marginale mestafzetkosten sprongsgewijs toenemen, namelijk wanneer er een grens wordt overschreden, bijvoorbeeld van afzet in eigen regio naar afzet buiten de eigen regio of van afzet buiten de eigen regio naar export/verwerking van mest.

3.2.2 Combinatie MAM-DRAM: endogene vraag naar mest en mestprijzen

In de originele versie van DRAM wordt de mestprijs berekend als schaduwprijs op de balans van totale vraag en aanbod van mest in een regio. In vergelijking (1) wordt de vraag naar mest en het aanbod van mest middels een mestbalans weergegeven.

$$\sum_{mamreg} T_{mani,mamrega,mamreg} + \sum_i \sum_{manl} gamma_{i,manl,mamreg} kop_{mani,manl} X_{i,mamreg} - eigbed_{mani,mamreg} - eigreg_{mani,mamreg} \leq MESTVR_{mani,mamreg} + EXPVER_{mani,mamreg} \quad \forall mani,mamreg \quad \left[\lambda^1_{mani,mamreg} \right] \quad (1)$$

Waarbij index i staat voor landbouwactiviteit (vleesvarkens, kippen, enzovoort), $manl$ staat voor een bepaalde mestsoort van individuele diertypes in DRAM (mest van een bepaald type melkkoe,¹ mest van vleesvarkens, mest van kippen, enzovoort), $mani$ staat voor een mestsoort van een diergroep (melkkoeien, vleesvarkens, kippen), $mamreg$ staat voor de 31 mestgebieden. De exogene variabelen zijn met kleine letters aangegeven, de endogene variabelen met hoofdletters. De variabelen zijn als volgt gedefinieerd:

$X_{i,mamreg}$	= Aantal dieren i per mestregio $mamreg$ (*1000)
$gamma_{i,manl,mamreg}$	= Mestproductie per dier i per mestsoort $manl$ per mestregio $mamreg$ (kg P per dier);
$T_{mani,mamrega,mamreg}$	= Transport van mestsoort $mani$ van regio $mamrega$ naar regio $mamreg$ (kg P)
$kop_{mani,manl}$	= Koppelingsvariabele tussen mestsoort $mani$ en mestsoort $manl$.
$eigbed_{mani,mamreg}$	= Mestafzet op het eigen bedrijf van mestsoort $mani$ in regio $mamreg$ (kg P)
$eigreg_{mani,mamreg}$	= Mestafzet binnen de eigen regio van mestsoort $mani$ in regio $mamreg$ (kg P)
$MESTVR_{mani,mamreg}$	= Vraag naar mestsoort $mani$ uit andere regio's in regio $mamreg$ (kg P)
$EXPVER_{mani,mamreg}$	= Export en verwerking van mestsoort $mani$ in regio $mamreg$ (kg P)

¹ DRAM maakt onderscheid in negen typen melkkoeien.

De mestbalans is de centrale vergelijking en ter verduidelijking kan vergelijking (1) ook worden weergegeven als: $I(mport uit andere regio's) + P(roductie) - A(anwending)b(edrijf) - A(anwending)r(egio) \leq V(raag) + E(xport) + V(erwerking)$. Deze balans houdt in dat de importen van dierlijke mest uit andere regio's plus de eigen regionale productie van dierlijke mest minus de afzet van dierlijke mest op het eigen bedrijf en minus de afzet in de eigen regio kleiner of gelijk moet zijn dan dat de som van de vraag naar mest uit andere regio's en de export en verwerking van mest.

Variabele $\lambda^1_{mani,mamreg}$ in vergelijking (1) is de schaduwprijs van mestsoort *mani* in regio *mamreg*. Een schaduwprijs geeft aan met hoeveel de doelfunctiewaarde (zie vergelijking (4)) toe zou nemen als de restrictie marginaal minder beperkend zou zijn.

De totale afzet van mest buiten de eigen regio wordt beperkt door een bovengrens afkomstig uit MAM:

$$\sum_{mani} \sum_{mamreg} T_{mani,mamreg,mamreg} \leq \sum_{mani} buitreg_{mani,mamreg} \quad \forall mamreg \quad [\lambda^2_{mamreg}] \quad (2)$$

Waarbij

$buitreg_{mani,mamreg}$ = Mestafzet buiten de eigen regio van mestsoort *mani* in regio *mamreg* (kg P)

In vergelijking (2) worden de regionale importen van mest zoals afkomstig uit MAM, zie rechterkant van vergelijking (2), geaggregeerd over de verschillende mestsoorten. Op deze manier ontstaat er één (schaduw)prijs per kilogram P bepaald door concurrentie tussen aanbieders van P uit dierlijke mest. Voorkomen moet worden dat er binnen het economische model allerlei sterk afwijkende mestprijzen ontstaan. De schaduwprijs op vergelijking (2), λ^2_{mamreg} , geeft het prijsverschil tussen de schaduwprijs op de mestbalans, $\lambda^1_{mani,mamreg}$, en de marginale kosten van mestafzet buiten de eigen regio. In het geval er geen afzet is van mest buiten de eigen regio en ook geen export, dan is de prijs van mest gegeven door de nettokosten van mestafzet per mestsoort binnen de eigen regio. Als er ook geen mestafzet bestaat binnen de eigen regio, dan is de prijs van mest gegeven door de nettokosten van mestafzet per mestsoort op het eigen bedrijf.

Het verbruik van kunstmest kan vervolgens worden bepaald door middel van de volgende bemestingsbalans:¹

¹ Eventueel is een specificatie van de bemestingsbalans op activiteitsniveau en daarmee op het niveau van bedrijfstypen, mogelijk, maar dan moeten de mestafzet variabelen ($MESTVR_{mani,mamreg}$, $eigbed_{mani,mamreg}$ en $eigreg_{mani,mamreg}$) verder gedesaggreerd worden naar activiteiten (lees: gewassen) per regio. Dit betekent dat het aantal endogene variabelen sterk toeneemt.

$$\begin{aligned}
& \sum_i \text{inp}_{i,f,mamreg} X_{i,mamreg} \\
& - \sum_{mani} \psi_{mani,f,mamreg} \chi_{mani,f,mamreg}^a (\text{eigbed}_{mani,mamreg} + \text{eigreg}_{mani,mamreg} + \text{MESTVR}_{mani,mamreg}) \\
& - \text{KUNSTMEST}_{f,mamreg} \leq 0 \quad \forall f, mamreg \quad [\lambda_{f,mamreg}^3]
\end{aligned} \tag{3}$$

Waarbij

$$\begin{aligned}
\text{inp}_{i,f,mamreg} &= \text{gebruik van nutriënt } f \text{ (stikstof (N) of fosfor (P)) per activiteit } i \text{ per regio (kg).} \\
\psi_{mani,f,mamreg} &= \text{nutriënteninhoud } f \text{ in dierlijke mest per mestsoort } mani \text{ per regio } mamreg \text{ (kg per kg P).} \\
\chi_{mani,f,mamreg}^a &= \text{werkingspercentage nutriënten } f \text{ in dierlijke mest per mestsoort } mani \text{ per regio } mamreg \text{ (fractie).} \\
\text{KUNSTMEST}_{f,mamreg} &= \text{verbruik nutriënten } f \text{ uit kunstmest in regio } mamreg \text{ (kg)}
\end{aligned}$$

In woorden uitgelegd houdt de functie in dat het totale kunstmestverbruik per regio een resultante is van de minimaal benodigde hoeveelheid werkzame nutriënten per activiteit vermenigvuldigd met het aantal activiteiten minus het deel van de werkzame nutriënten in welke de dierlijke mest al voorziet. Door het per mestsoort en nutriënt (stikstof (N) of fosfor (P)) specifieke werkingspercentage ($\chi_{mani,f,mamreg}^a$) te vermenigvuldigen met de hoeveelheid nutriënten per m³ ($\psi_{mani,f,mamreg}$) en met de totale aangewende hoeveelheid mest in m³, verkrijgen we de werkzame hoeveelheid nutriënten uit dierlijke mest.

De schaduwprijs $\lambda_{f,mamreg}^3$ geeft aan wat de (schaduw) kosten zijn van nutriënten per regio. Deze schaduwprijs is in ieder geval kleiner of gelijk aan de gegeven prijs van nutriënten uit kunstmest (zie Helming, 2005).

In de doelfunctie van het standaard neo-klassieke economische agrarische sector model wordt het inkomen uit landbouwactiviteiten gemaximaliseerd. De kosten van mestafzet worden expliciet meegenomen en zijn mede bepalend voor de mestprijs.

De doelfunctie is:

$$\begin{aligned}
\max Z = & \sum_i \sum_{mamreg} p_{i,mamreg} X_{i,mamreg} - \sum_i \sum_{mamreg} (\beta_{i,mamreg}^1 + \beta_{i,mamreg}^2 X_{i,mamreg}) X_{i,mamreg} \\
& - \sum_{mamrega} \sum_{mamreg} \sum_{mani} \text{kappa}_{mani,mamrega,mamreg} T_{mani,mamrega,mamreg} \\
& - \sum_{mani} \sum_{mamreg} \text{kostaw}_{mani,mamreg} \text{MESTVR}_{mani,mamreg} \\
& - \sum_{mani} \sum_{mamreg} \text{kostev}_{mani,mamreg} \text{EXPVER}_{mani,mamreg} \\
& - \sum_f \sum_{mamreg} \text{pkunstm}_{f,mamreg} \text{KUNSTMEST}_{f,mamreg}
\end{aligned} \tag{4}$$

Waarbij

Z	=	het landbouwinkomen (opbrengst minus variabele kosten) (1000 euro)
$p_{i,mamreg}$	=	prijs van activiteit i in regio <i>mamreg</i> (euro per activiteit)
$kappa_{mani,mamrega,mamreg}$	=	kosten van mesttransport van mestsoort <i>mani</i> tussen regio's <i>mamreg</i> en <i>mamrega</i> (euro per kg P)
$kostaw_{mani,mamreg}$	=	aanwendingskosten per mestsoort <i>mani</i> in regio <i>mamreg</i> (euro per kg P)
$kostev_{mani,mamreg}$	=	kosten van mestexport en verwerking van mestsoort <i>mani</i> in regio <i>mamreg</i> (euro per kg P)
$pkunstm_{f,mamreg}$	=	prijs van nutriënten f uit kunstmest in regio <i>mamreg</i> (euro per kg)

De parameters $\beta_{i,mamreg}^1$ en $\beta_{i,mamreg}^2$ zijn parameters van de kwadratische kostenfunctie per landbouwactiviteit per regio. Gekozen is voor een kwadratische functie omdat er volgens Hecklei (1997) geen argumenten zijn om een andere functievorm te gebruiken. Daarentegen heeft de kwadratische functie wel rekenkundige voordelen. De berekening van de parameters is gebaseerd op Positive Mathematical Programming (PMP) (Howitt, 1995; 2002). Daarbij worden in een drietal stappen de parameters zodanig berekend dat in de uitgangssituatie het waargenomen aantal activiteiten bijna exact wordt gereproduceerd (Helming, 2005).

Voor- en nadelen van de methodiek

Bovenstaande methodiek lijkt erg op het originele DRAM-model (Helming, 2005). Vraag en aanbod van dierlijke mest worden simultaan bepaald met de mestprijs, zodat rekening wordt gehouden met nodige terugkoppelingen. Het voordeel is de aansluiting op MAM wat betreft mestafzet op het eigen bedrijf, in de eigen regio en import van mest uit andere regio's. Het nadeel is dat de kalibratie van de mestprijzen in het model op waargenomen mestprijzen in de praktijk mogelijk veel tijd kan kosten. Daarnaast kan het aantal endogene variabelen snel toenemen, met name wanneer de mestvraag, vergelijking 3, op het niveau van gewassen wordt gemodelleerd. Met name vanwege de beperkt beschikbare tijd en financiële middelen is gekozen voor een meer vereenvoudigde combinatie, zoals hieronder beschreven.

3.2.3 Combinatie MAM-DRAM: gegeven vraag naar mest en mestprijzen

Vraag naar mest en mestprijzen in de eigen regio en buiten de eigen regio

MAM aggregeert het mestoverschot op bedrijfsniveau tot een regionaal mestoverschot. Vragers van dit overschot zijn transporteurs, veehouders en akkerbouwers in binnen en buitenland en mestverwerkers. De mestprijs die vragers betalen c.q. ontvangen wordt bepaald door de opbrengst van dierlijke mest als vervanger van kunstmest, transportkosten, aanwendingskosten en marges voor de akkerbouwer en transporteur. Een empirische relatie tussen de vraag naar het mestoverschot en de mestprijs kan worden afgeleid van de standaard economische theorie.

Mest en een eventueel mestoverschot dat op de markt moet worden afgezet, kan worden gezien als een bijproduct van de veehouderij. Daarnaast gebruiken vragers van mest de nutriënten in dierlijke mest voor de groei van gewassen en voor vervanging van kunstmest. In het navolgende wordt verondersteld dat de mestprijs bepaald wordt door de vraag naar het mestoverschot van vleesvarkens in het Zuidelijk overschotgebied. De ontwikkeling van de mestprijs in de overige gebieden wordt proportioneel daaraan verondersteld.

In de standaard economische theorie wordt er vanuit gegaan dat producenten streven naar winstmaximalisatie op markten met volledige mededinging. Gebruik makend van een kwadratische winstfunctie, kan het winstmaximalisatie probleem van de vragers (transporteurs, akkerbouwers) als volgt worden geschreven:

$$\max Z = \text{mestprijs} * m - (\alpha_1 + 0.5\alpha_2 m)m \quad (5)$$

m = mestoverschot van vleesvarkens in het zuidelijk overschotgebied (kg P).

mestprijs = prijs van vleesvarkensmest in het zuidelijk overschotgebied (euro per kg P).

De parameters α_1 en α_2 zijn parameters van de winstfunctie. Vragers naar dierlijke mest maximaliseren hun winst als de marginale opbrengst gelijk is aan de marginale kosten van het mestoverschot dat op de markt moet worden afgezet:

$$\frac{\partial Z}{\partial m} = \text{mestprijs} - (\alpha_1 + \alpha_2 m) = 0 \quad (6)$$

Uit het bovenstaande volgt de volgende vergelijking voor de mestprijs:

$$\alpha_1 + \alpha_2 m = \text{mestprijs} \quad (7)$$

Bovenstaande parameters kunnen worden berekend met behulp van de waargenomen mestprijs voor producenten van dierlijke mest en het bijbehorende mestoverschot in het waargenomen punt en de vraagprijs elasticiteit naar dierlijke mest. Het mestoverschot is afkomstig uit MAM, de mestprijs is gelijk aan de waargenomen prijs in een basisperiode. Er is weinig tot geen onderzoek gedaan naar de vraagprijs elasticiteit van dierlijke mest, zodat daarover iets moet worden aangenomen.

Kosten van mestafzet op het eigen bedrijf en kosten van export en verwerking

De kosten van mestafzet op het eigen bedrijf en mestexport c.q. mestverwerking worden vast verondersteld (zie figuur 3.1). Het idee is dat de mestprijs van onderen wordt begrensd door de mestafzetkosten op het eigen bedrijf, terwijl de bovengrens wordt bepaald door de gegeven kosten van export en verwerking (voor een bepaald bedrag kan al het overschot in het buitenland worden afgezet of worden verwerkt).

Aanbod van mest

In de economische module met gegeven prijzen van dierlijke mest, zie hierboven, wordt weer het inkomen uit landbouwactiviteiten gemaximaliseerd. Inclusief kosten voor mestafzet op het eigen bedrijf, export en mestverwerking kan de doelfunctie van de economische module met gegeven mestprijzen als volgt worden weergegeven:

$$\begin{aligned} \max Z = & \sum_i \sum_{mamreg} p_{i,mamreg} X_{i,mamreg} - \sum_i \sum_{mamreg} (\beta_{i,mamreg}^1 + \beta_{i,mamreg}^2 X_{i,mamreg}) X_{i,mamreg} \\ & - \sum_{mani} \sum_{bestemming0} \sum_{mamreg} \text{mestprijs}_{mani,mamreg} \text{MANBEST}_{mani,bestemming0,mamreg} \\ & - \sum_{mani} \sum_{bestemming1} \sum_{mamreg} \text{netkstaw}_{mani,bestemming1,mamreg} \text{MANBEST}_{mani,bestemming1,mamreg} \end{aligned} \quad (8)$$

waarbij:

- $\text{mestprijs}_{mani,mamreg}$ = mestprijs per mestsoort *mani* in regio *mamreg* (euro per kg P)
- $\text{netkstaw}_{mani,bestemming1,mamreg}$ = nettokosten van mestafzet per mestsoort *mani* per bestemming *bestemming1* en mestregio *mamreg* (euro per kg P)
- $\text{MANBEST}_{mani,bestemming0,mamreg}$ = mestafzet van mestsoort *mani* naar bestemming *bestemming0* (1=eigen regio, 2=buiten eigen regio) per mestregio *mamreg*
- $\text{MANBEST}_{mani,bestemming1,mamreg}$ = mestafzet van mestsoort *mani* naar bestemming *bestemming1* (1=eigen bedrijf, 2=export/verwerking) per mestregio *mamreg*

In vergelijking tot de methodiek met endogene mestprijzen, is de doelfunctie in de methodiek met gegeven mestprijzen veel eenvoudiger. Hetzelfde geldt voor de bijbehorende mestbalans. Deze wordt nu als volgt geschreven:

$$\sum_i \sum_{manl} \text{gamma}_{i,manl,mamreg} \text{kop}_{mani,manl} X_{i,mamreg} \leq \sum_{bestemming} \text{MANBEST}_{mani,bestemming,mamreg} \quad \forall \text{mani}, \text{mamreg} \quad \left[\lambda_{mani,mamreg}^4 \right] \quad (9)$$

waarbij index bestemming staat voor de verschillende mestafzetmogelijkheden (1=eigen bedrijf, 2=eigen regio, 3=buiten eigen regio, 4=export van mest en mestverwerking).

- $\text{MANBEST}_{mani,bestemming,mamreg}$ = mestafzet van mestsoort *mani* naar bestemming *bestemming* per mestregio *mamreg*

Vergelijking (10) geeft aan dat de afzet per bestemming in de economische module kleiner of gelijk moet zijn aan de afzet per bestemming uit MAM.

$$MANBEST_{mani, bestem \min g, mamreg} \leq manafzet3_{mani, bestemming, mamreg} \left[\lambda^5_{mani, bestemming, mamreg} \right] \quad (10)$$

$manafzet3_{mani, bestemming, mamreg}$ = mestafzet van mestsoort *mani* naar bestemming *bestemming* per mestregio *mamreg*

Oplossing van het maximalisatieprobleem, vergelijkingen (8), (9) en (10), geeft schaduwpijzen op de verschillende balansen. Een schaduwpijs geeft aan met hoeveel het inkomen in de landbouw, gedefinieerd volgens de doelfunctie (vergelijking (8)), toe kan nemen als de beperkende factor, bijvoorbeeld mestafzet op het eigen bedrijf, met een marginale hoeveelheid toeneemt. De schaduwpijs behorende bij vergelijking (10), $\lambda^5_{mani, bestemming, mamreg}$, geeft het verschil tussen de schaduwpijs oftewel marginale mestafzet kosten op de mestbalans, $\lambda^4_{mani, mamreg}$, en de gegeven kosten van mestafzet per bestemming. In het geval er mest in de eigen regio en buiten de eigen regio wordt afgezet, maar niet wordt geëxporteerd c.q. verwerkt, dan zijn marginale kosten op de mestbalans vergelijking (9), gelijk aan de mestprijs in de eigen regio. In het geval er mest wordt geëxporteerd c.q. verwerkt, dan is laatst genoemde schaduwpijs gelijk aan de kosten van export c.q. verwerking.

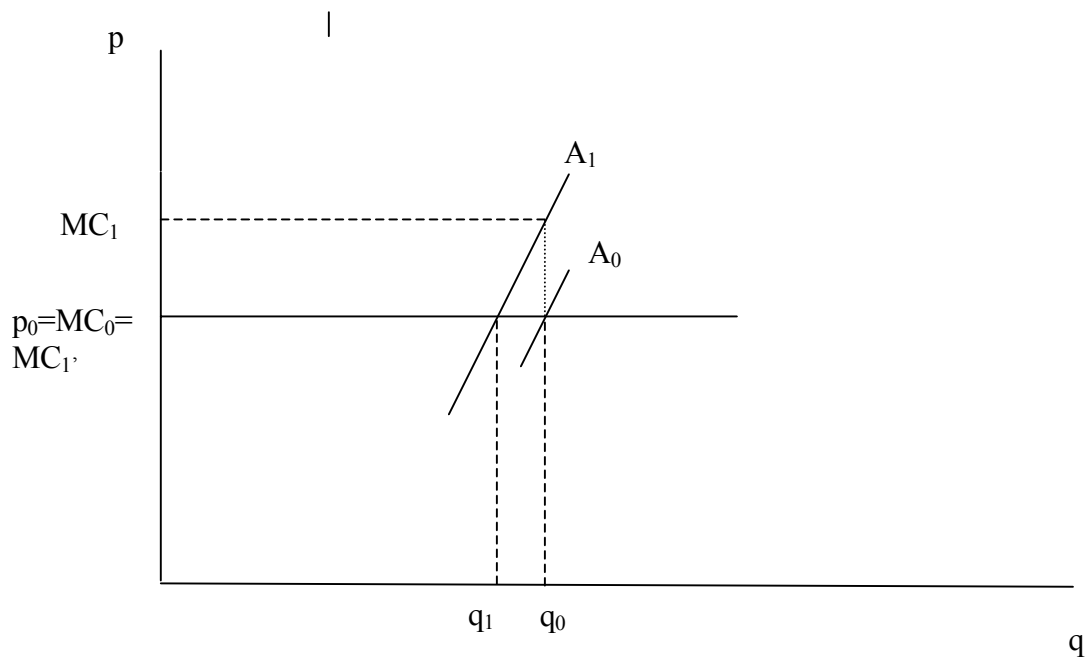
Voor- en nadelen van deze methodiek

De voordelen van deze methode zijn een expliciete beschrijving van de mestafzet op het eigen bedrijf en een eenvoudige kalibratie van de vraag naar mest op de waargenomen mestprijzen. Het aantal variabelen is beperkt waardoor het maximalisatieprobleem eenvoudig op te lossen is. Het belangrijkste nadeel van de tweede methode is dat er geen terugkoppeling plaatsvindt tussen de vraag naar mest in MAM en de mestprijs, zoals in de eerste methode.

De combinatie tussen MAM-DRAM is in het navolgende gebaseerd op de tweede methode. Dus op een combinatie via de mestprijs. De mestprijs wordt bepaald onder andere door het mestoverschot in MAM en is vervolgens gegeven in een vereenvoudigde versie van DRAM (zonder bemestingseisen per gewas). Deze methode is vooral gekozen vanwege de eenvoudige kalibratie op bestaande mestprijzen.

3.3 Meerwaarde van het gecombineerde instrumentarium

In deze paragraaf wordt eerst nog eens kort ingegaan op het economisch sturingsmechanisme van het MAM-DRAM instrumentarium. Vervolgens wordt in deze paragraaf de meerwaarde van het gecombineerde instrumentarium beschreven. Ingegaan zal worden op de meerwaarde ten opzichte van het afzonderlijk gebruiken van de beide modellen MAM en DRAM. Niet zal worden ingegaan op een vergelijking van het gecombineerde instrumentarium met andere instrumenten binnen en buiten het LEI welke in meer of mindere mate soortgelijke resultaten kunnen opleveren.



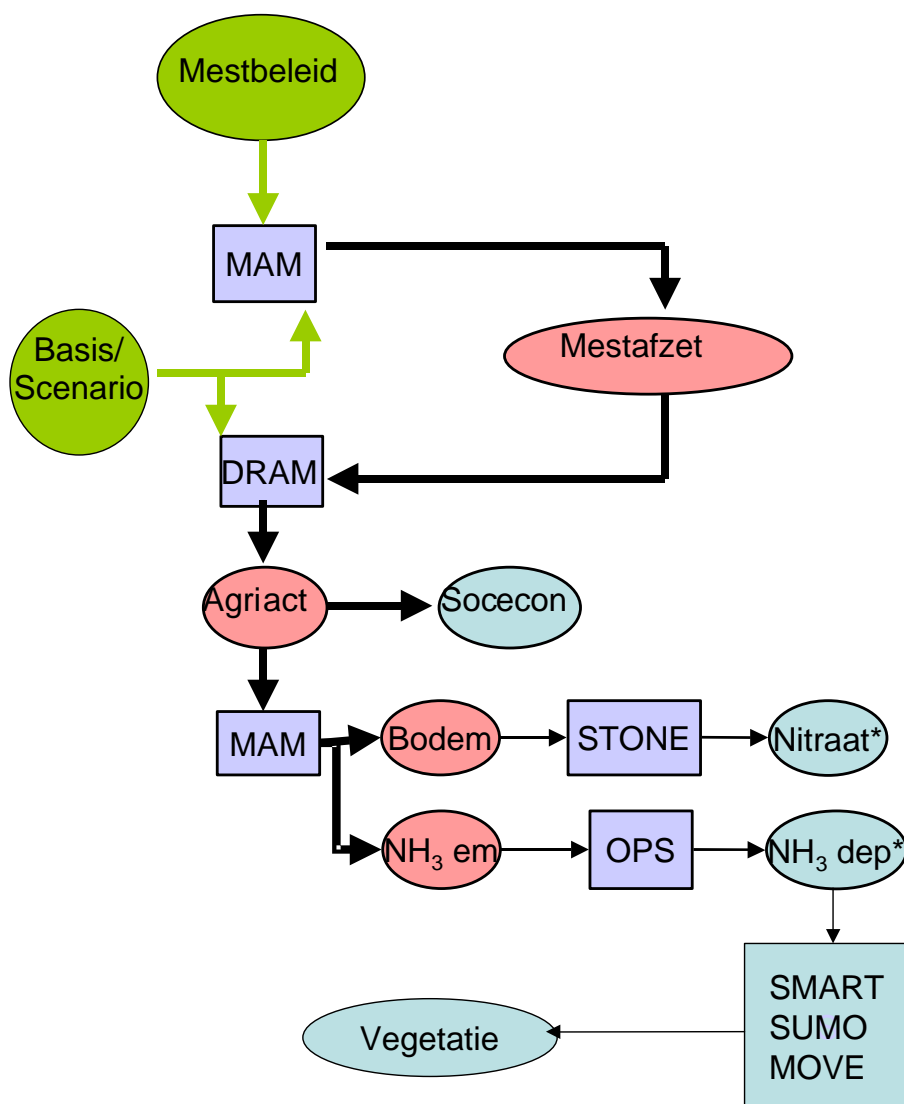
Figuur 3.2 Marginale opbrengsten en marginale kosten per eenheid eindproduct in de veehouderij

Het sturingsmechanisme

Wat bepaald nu de uitkomsten van het MAM-DRAM model? Wat is het sturingsmechanisme? Mest is een bijproduct van dierlijke productie. Figuur 3.2 geeft de marginale kostenfunctie of inverse aanbodfunctie van bijvoorbeeld vleesvarkens en de marginale opbrengst van vleesvarkens (zie ook figuur 2.2). In het economische model gaan we uit van een vaste prijs voor vleesvarkens, de marginale opbrengst per eenheid is dus constant. Bovenstaande mestafzetkosten zijn een onderdeel van de marginale kosten van vleesvarkens. Marginale kosten zijn voor een deel lineair oplopend met de productieomvang en voor een deel afhankelijk van de restricties (balansen) in het model (wat de plotselinge stijging van de marginale kosten verklaard). Balansen betreffen onder andere bovenstaande mestafzetkosten. In figuur 3.2 is p de prijs van vleesvarkens en q het aantal vleesvarkens.¹ In de uitgangssituatie is de prijs of marginale opbrengst van het eindproduct (bijvoorbeeld vleesvarkens) gelijk aan p_0 en de bijbehorende evenwichtshoeveelheid is gelijk aan q_0 , MC_0 zijn de marginale kosten per vleesvarken in de uitgangssituatie en die zijn gelijk aan de marginale opbrengst in de uitgangssituatie (p_0). Vergelijking A_0 is de bijbehorende marginale kostenfunctie per eenheid product.

In het geval dat de marginale kosten per eenheid product toenemen, bijvoorbeeld doordat het model tegen een nieuwe restrictie aanloopt (bijvoorbeeld toename schaarste mestafzetmogelijkheid), dan nemen de marginale kosten toe van MC_0 naar MC_1 en de bijbehorende marginale kostenfunctie verschuift van A_0 naar A_1 . Als dezelfde hoeveelheid wordt

¹ We gaan uit van een vaste verhouding tussen vleesvarkens en geproduceerde hoeveelheid varkensvlees.



Toelichting

Agr act.	= agrarische activiteiten oftewel de landbouwstructuur (landgebruik, veestapel)
Mestbeleid	= regelgeving van het mestbeleid
Basis/scenario	= beschrijving van de basis (landgebruik, veestapel, technische gegevens en coëfficiënten van o.a. vraag en aanbodvergelijkingen) en voor het scenario de autonome ontwikkelingen.
Mestafzet	= de verdeling van mestafzet (bedrijfsoverschot)
Soc econ	= sociaal en economische resultaten (inkomen en marginale kosten voor mestafzet)
Bodem	= bodembelasting met dierlijke en kunstmest
NH3 em	= ammoniakemissie
STONE	= model voor berekening van de uit- en afspoeling
Nitraat	= concentratie van stikstof in grond- en oppervlaktewater
NH3 dep	= depositie van ammoniak
SMART/SUMO/MOVE	= modelketen voor berekening van gevolgen van depositie op de vegetatie
Vegetatie	= biodiversiteit

Figuur 3.3 Combinatie van de modellen MAM en DRAM

geproduceerd (q_0) dan zijn marginale kosten groter dan marginale opbrengst en is de winst in het model niet maximaal. In het model daalt het aanbod van vleesvarkens langs de nieuwe marginale kostenfunctie A_1 van q_0 naar q_1 , net zolang tot de toegenomen mestafzetkosten zijn gecompenseerd door een daling van de marginale kosten van overige variabele inputs en marginale opbrengsten en kosten weer aan elkaar gelijk zijn ($p_0 = MC_1$). Naarmate de mestafzetkosten een groter aandeel hebben in de totale kosten van het eindproduct, is het effect op het aanbod van het betreffende eindproduct groter. Wat verder een rol speelt is de richtingscoëfficiënt van bovenstaande marginale kostenfunctie: de ratio tussen de hoeveelheidsverandering en de prijsverandering. Naarmate de richtingscoëfficiënt kleiner is, is het aanbodeffect kleiner.

Het gecombineerde instrumentarium

Het gecombineerde instrumentarium heeft de volgende opzet. De MAM-resultaten op regionaal niveau over mestproductie per diersoort, ammoniakemissie uit stal en opslag, mestverdeling naar allerlei afzetkanalen en bijbehorende mestprijs zijn input voor het vereenvoudigde DRAM. DRAM berekend op basis van winstmaximalisatie de optimale mix van landbouwactiviteiten per regio en het aanbod van mest waarbij rekening wordt gehouden met de kosten voor mestafzet voor de verschillende sectoren. In het vereenvoudigde DRAM-model is de vraag naar mest en de mestprijs exogeen. Resultaten van DRAM over de veestapel en landgebruik zijn vervolgens input voor MAM voor het berekenen van de bodembelasting en de ammoniakemissie. Ammoniakemissie is vervolgens input voor het OPS-model dat de depositie bepaalt (zie figuur 3.3).

Het voordeel van bovenstaande methodiek (MAM-DRAM) is dat gegevens met betrekking tot mestafzet op het eigen bedrijf, in de eigen regio of elders, volledig zijn geïntegreerd in DRAM. Een voordeel is ook dat uitkomsten worden gegenereerd op het niveau van de 31 mestregio's. De meerwaarde van het gecombineerde instrumentarium is dat de economische consequenties van de uitkomsten van MAM op een consistente manier worden geanalyseerd.

Onderhavig rapport gaat niet in op de gevolgen voor de uit- en afspoeling. Het model STONE is niet ingezet. Ook zijn niet de gevolgen voor de vegetatie berekend. De modelketen SMART/SUMO/MOVE is niet ingezet. Voor beide geldt dat inzet wel tot de mogelijkheden behoort.

3.4 Conclusies

De mestafzet in MAM wordt bepaald door minimalisatie van de mestafzetkosten onder een groot aantal randvoorwaarden. Door de combinatie van DRAM en MAM is gebruikgemaakt van een vereenvoudigde versie van DRAM, waarin de vraag naar mest is komen te vervallen.

Een gecombineerd instrumentarium waarin de vraag naar mest en het aanbod van mest endogeen is, vraagt veel data en veel tijd voor kalibratie van mestprijzen. Daarentegen zijn effecten van veranderingen in de vraag naar mest op de prijs van mest wel gemodelleerd.

Gekozen is voor een instrumentarium met een gegeven vraag naar mest en mestprijzen vanwege het relatief eenvoudige model waarin de mestprijs automatisch gekalibreerd wordt

op de vraag naar mest. Daarnaast is gekozen voor deze methode vanwege de beperkt beschikbare tijd en financiële middelen. Nadeel is dat er geen terugkoppeling plaatsvindt tussen de vraag naar mest en de mestprijs en dat er expliciet iets moet worden aangenomen over de vraagprijs elasticiteit van dierlijke mest.

De meerwaarde van het gecombineerde instrumentarium is dat de economische consequenties van de uitkomsten van MAM op een consistente manier worden geanalyseerd: economische effecten zijn direct af te leiden uit veranderingen in mestafzet en bijbehorende mestprijzen.

4. Toepassing van het instrumentarium

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt het gecombineerde instrumentarium MAM-DRAM met gegeven vraag naar mest en mestprijzen toegepast voor een uitwerking van het in ontwikkeling zijnde nieuwe mestbeleid. Dit nieuwe mestbeleid zal ingaan per 2006.

De bedoeling is om het modelinstrumentarium te testen aan de hand van een praktische beleidsvraag. Getest is of het modelinstrumentarium naar behoren werkt. Daarnaast is gekeken naar de aannemelijkheid van de resultaten in relatie tot gebruikte methode.

Paragraaf 4.2 licht het mestbeleid toe volgens de stand van zaken per voorjaar/zomer van 2004. De werkwijze en bepaling van uitgangspunten voor het referentiejaar en het scenario wordt in paragraaf 4.3 beschreven, waarna 4.4 de resultaten bespreekt. Het hoofdstuk eindigt met conclusies van de toepassing van het instrumentarium.

4.2 Nitraatrichtlijn en derogatie

Als gevolg van de veroordeling van Nederland door het Europese Hof van Justitie inzake de implementatie van de Nitraatrichtlijn, stippelt de regering een hernieuwd mestbeleid uit. In de brief van 3 november 2003 (Tweede Kamer, kamerstuk 26729 nr. 59) en het op 19 december 2003 bij de Europese Commissie ingediende 3e actieprogramma (Tweede Kamer, 26729 nr. 61) zijn de contouren van het nieuwe stelstel geschetst. In de brief van 19 mei 2004 (LNV, 2004) wordt dit beleid nader uitgewerkt. De doelstellingen van het beleid zijn:

- Nederland voldoet uiterlijk in 2009 aan de milieudoelstellingen van de Nitraatrichtlijn. Voor fosfaat is de doelstelling om evenwichtsbemesting te bereiken in 2015;
- Nederland voldoet per 1 januari 2006 aan de eisen die de Nitraatrichtlijn voorschrijft. Nederland bereikt overeenstemming over een derogatie voor graslanden met ingang van 2006.

Verder is een doelstelling ten aanzien van het beperken van de administratieve lasten en uitvoeringskosten geformuleerd.

Een gebruiksnormenstelsel zal worden ingevoerd om het gebruik van meststoffen te begrenzen (VROM, Derde Nederlandse Actieprogramma (2004-2009) inzake de Nitraatrichtlijn; 91/676/EEG, 27 augustus 2004). Drie afzonderlijke gebruiksplafonds worden onderscheiden, namelijk a. de gebruiksnorm voor dierlijke mest, b. de gebruiksnorm voor de totale werkzame stikstofbemesting, en c. de gebruiksnorm voor de totale fosfaatbemesting.

De gebruiksnorm voor dierlijke mest betreft de totale hoeveelheid stikstof die met dierlijke mest wordt gebruikt, met inbegrip van mest en urine die de dieren uitscheiden tijdens beweiding en met inbegrip van organisch en anorganisch gebonden stikstof. Het gebruik van mest mag de gebruiksnorm van het bedrijf niet overschrijden.

De gebruiksnorm voor de totale werkzame stikstofbemesting is gebaseerd op stikstofbehoefte van het gewas en de aanvoer van meststoffen zoals de stikstofvoorraad in het voorjaar in het bodemprofiel, de nettomineralisatie en de aanvoer met dierlijke mest, kunstmest en overige meststoffen. De aanvoer van meststoffen mag de gebruiksnorm voor de totale stikstofbemesting niet overschrijden.

Het gebruik van de fosfaatmeststoffen (dierlijke mest, kunstmest en overige meststoffen) mag de gebruiksnorm voor totale fosfaatbemesting niet overschrijden. Het stelsel van gebruiksnormen zal per 1 januari 2006 van kracht en operationeel zijn, inclusief de bijbehorende uitvoeringsregelingen.

Nederland dient in het najaar 2004 een aangepaste onderbouwing van de derogatie in, uitgaande van het gebruiksnormenstelsel. Het derogatieverzoek zal betrekking hebben op de periode 2006-2009. Kortweg houdt het verzoek in om een afwijkende hoeveelheid dan de algemene norm van 170 kg stikstof per hectare uit dierlijke mest te mogen toepassen.

4.3 Werkwijze en uitgangspunten basis en scenario

4.3.1 Werkwijze

In deze paragraaf wordt de werkwijze voor de toepassing van het gecombineerde instrumentarium beschreven. De werkwijze voor de afstemming van de beide modellen is in paragraaf 2.4 en 2.5 beschreven. Hoofdstuk 3 bevat de theoretische beschrijving van het gecombineerde instrumentarium. Deze paragraaf beperkt tot de werkwijze zijnde de uitvoering van activiteiten welke nodig zijn om resultaten te generen.

Voor een basisjaar zijn de modellen MAM en DRAM afzonderlijk van elkaar gedraaid. Het basisjaar dient als referentiejaar voor de toepassing van het modelinstrumentarium en dient voor afstemming van de beide modellen en analyse van de verschillen. In geval van de toepassing is voor het basisjaar de uitkomst van MAM als input voor DRAM gebruikt om de referentie te bepalen voor inkomen en landbouwstructuur. De uitgangspunten voor de referentie zijn beschreven in paragraaf 4.3.2.

Vervolgens zijn in een scenario beleidsmaatregelen rond het nitraatbeleid en derogatie bepaald en doorgerekend. In paragraaf 4.3.3 worden de belangrijkste uitgangspunten van het beleid voor de modellen beschreven. Er is een procedure ontwikkeld voor doorgifte van resultaten van MAM aan DRAM en omgekeerd. De resultaten van het scenario zijn doorgegeven aan het OPS-model (RIVM-model wat ook door Alterra wordt gebruikt) welke vervolgens consequenties voor depositie van ammoniak heeft berekend. Het stappenproces wordt nog eens weergegeven in figuur 4.1. Figuur 4.1 gaat alleen over de doorgifte van resultaten tussen MAM en DRAM. Uitkomsten van MAM worden tenslotte ook doorgegeven aan OPS, maar dat wordt niet weergegeven in figuur 4.1.

1e stap:	Actualisatie excretie- en emissiecoëfficiënten in DRAM, aanmaken koppelingstabellen tussen variabelen in DRAM en in MAM (mestsoorten, regio's).
2e stap:	Aanpassing DRAM met afzetkanalen (eigen bedrijf, eigen regio, buiten eigen regio, export en verwerking) uit MAM.
3e stap:	Aanpassing doelfunctie in DRAM met gegeven <i>mestprijs</i> voor mestafzet in eigen regio en buiten eigen regio.
4e stap:	Kalibratie parameters vraagvergelijking tussen regionale <i>mestprijs</i> en het mestoverschot op bedrijfsniveau geaggregeerd over alle bedrijven in een regio. De parameters zijn een functie van de <i>mestprijs</i> in de basis, het mestoverschot in de basis en de vraag-prijs elasticiteit van dierlijke mest.
5e stap:	Inlezen mestoverschot uit MAM en via koppelingstabellen omrekenen naar mestsoorten in DRAM.
6e stap:	Berekenen <i>mestprijs</i> via vraagvergelijking uit stap 4.
7e stap:	Inlezen <i>mestprijs</i> in aangepaste versie van DRAM en berekening aanbod van mest en bijbehorende omvang en samenstelling veestapel.
8e stap:	Door geven veranderingen in landbouwstructuur en berekenen mestoverschot in MAM.
9e stap:	Herhaling vanaf stap 5.

Figuur 4.1 Globaal overzicht van de werkwijze en gebruikte modellen

Specifiek voor het doorrekenen van het scenario zijn de resultaten van MAM doorgegeven aan DRAM en vervolgens zijn de resultaten van DRAM als input voor MAM gebruikt. Zodoende worden uitkomsten van MAM doorgegeven aan DRAM en andersom. Dieraantallen, arealen per gewas worden vanuit DRAM aan MAM doorgegeven. MAM geeft uitkomsten als mestproductie, verdeling van mest over afzetmogelijkheden en dergelijke door aan DRAM.

4.3.2 Uitgangspunten basis

De berekeningen met MAM ten behoeve van de Milieubalans 2004 over het jaar 2002 dienen als basis. Reden voor de keuze voor 2002 is dat gebruik wordt gemaakt van een recent jaar waarin milieumaatregelen Minas en MAO een rol spelen. Daarnaast bespaart het tijd om gebruik te maken van een reeds bestaande modelrun voor MAM. Een gedetailleerde beschrijving van de uitgangspunten voor de basis is beschreven in een notitie van Mokveld (2004). Voor DRAM zijn de uitgangspunten bepaald aan de hand van de primaire databronnen die ook ten grondslag liggen aan de modelberekeningen met MAM. Uit de Landbouwtelling 2002 zijn arealen per gewas en dieraantallen per categorie gebruikt. De mestproductie per dier is afkomstig van de WUM (Werkgroep Uniformering Mestcijfers). In DRAM wordt gebruikgemaakt van genormaliseerde prijzen om te corrigeren voor toevallige prijseffecten. In de basis die hier wordt gebruikt zijn prijzen van eindproducten en inputs gebaseerd op de periode 1999 tot en met 2001.

4.3.3 Uitgangspunten scenario

Voor het doorrekenen van een scenario Nitraatrichtlijn en derogatie dient allereerst de maatregelen voortvloeiend uit het beleid te worden bepaald. Daarna zijn de uitgangspunten voor MAM bepaald en is het scenario doorgerekend. De uitkomsten van MAM zijn input voor DRAM en met de resultaten van DRAM is MAM nogmaals doorgerekend.

De keuze voor het scenario is een variant (N4P3) die is doorberekend in het kader van de ex ante evaluatie van het Nederlandse mestbeleid (Luesink et al., 2004). Deze variant bevat de in het voorjaar van 2004 bekende voorgestelde wetgeving met gebruiksnormen voor het jaar 2006, die middels een beleidsbrief naar de Tweede kamer is gezonden. In deze paragraaf wordt een samenvatting gegeven van de uitgangspunten van die variant (scenario) en hoe die variant vertaald is naar het scenario bij dit onderzoek. Voor een uitgebreide beschrijving van de uitgangspunten zie het rapport: Sociaal-economische effecten en nationaal mestoverschot bij varianten van gebruiksnormen (Luesink et al., 2004).

Het zichtjaar voor de vaststelling van het scenario is het jaar 2006. Dit is het eerste jaar waarbij de oude mestwetgeving (Minas) met verliesnormen is vervangen door een wetgeving met gebruiksnormen. Bij dit scenario zijn drie gebruiksnormen van toepassing en elke individuele boer dient aan alle drie de gebruiksnormen te voldoen. De gebruiksnormen zijn:

- een gebruiksnorm voor de totale werkzame stikstof;
- een gebruiksnorm voor totaal fosfaat; en
- een gebruiksnorm voor stikstof uit dierlijke mest.

Het scenario hanteert gebruiksnormen voor totale werkzame stikstof die rechtstreeks zijn afgeleid van het bemestingsadvies (Schroder et al., 2004). Tenzij met die norm het milieudoel van 50 mg NO₃ per liter in grondwater niet wordt gehaald in dat geval is een gebruiksnorm van toepassing die dat milieudoel wel haalt. Dat houdt in dat op droge zand- en lössgronden een lagere gebruiksnorm voor werkzame stikstof van toepassing is dan op de overige grondsoorten. Het areaal droge zand- en lössgronden waar mee is gerekend is 360.000 ha (Van Staalduinen, 2001). Dit scenario wordt gecombineerd met een fosfaatgebruiksnorm van 85 kg per hectare op bouwland en 105 kg op grasland. De stikstofgebruiksnorm voor dierlijke mest is 170 kg en voor bedrijven met derogatie (minimaal 70% grasland) 250 kg. Het scenario wordt verder aangeduid als *50mg105/85* wat staat voor het milieudoel voor stikstof (50 mgNO₃ per liter in grondwater) en de normering voor fosfaat (85 en 105 kg per hectare).

Dieraantallen

De dieraantallen zijn gelijk aan de aantallen in de Landbouwtelling van het jaar 2002.

Excretie per dier

Het betreft hier de forfaitaire excretie zoals die waarschijnlijk gaat gelden voor de wetgeving met gebruiksnormen die vanaf het jaar 2006 van kracht wordt. Die excretie is gebaseerd op de volgende veronderstellingen:

- behalve voor melk- en kalfkoeien is de verwachte excretie gelijk aan de WUM-excretie (Van Bruggen, 2004) voor het jaar 2002;
- door nieuwe inzichten is de excretie van melk- en kalfkoeien hoger dan men tot voor kort veronderstelde (Tamminga, 2004). Voor melk- en kalfkoeien is daarom gerekend met voorlopige resultaten op basis van die nieuwe inzichten;
- de forfaitaire excretie wordt vastgesteld op 95% van de verwachte excretie;

- in de wetgeving wordt een mogelijkheid ingebouwd dat boeren kunnen rekenen met een lagere excretie dan de forfaitaire, wanneer ze kunnen aantonen dat hun excretie lager is dan de forfaitaire. Voor fosfaat wordt door LNV het effect daarvan geschat op 0% en voor stikstof op 2%.

Bovenstaande aannames leiden tot de excreties vermeld in tabel 4.1.

Tabel 4.1 Volume productie (Van Bruggen, 2004) en forfaitaire stikstof en fosfaat excretie in kg per gemiddeld aanwezig dier per jaar voor het scenario 50mg 105/85

Mestsoort	Volume	Stikstof	Fosfaat
Melkkoeien stal NW	23.725	138,7	45,1
Melkkoeien stal ZO	23.725	127,5	42,4
Melkkoeien wei NW	26.545	157,4	44,3
Melkkoeien wei ZO	26.545	118,3	36,0
Jongvee stal NW	10.248	71,0	19,9
Jongvee stal ZO	10.143	65,4	18,8
Jongvee wei NW	11.098	78,3	29,7
Jongvee wei ZO	11.326	77,5	19,3
Weidend vleesvee stal NW	9.510	70,8	23,2
Weidend vleesvee stal ZO	10.332	64,9	21,3
Weidend vleesvee wei NW	11.846	88,8	24,3
Weidend vleesvee wei ZO	11.324	76,5	20,8
Stalvleesvee	6.223	41,8	14,3
Vleeskalveren	3.820	15,0	6,0
Vleesvarkens	1.200	10,9	4,3
Fokvarkens	4.903	28,2	13,1
Legpluimvee	24 en 63	0,60	0,37
Vleespluimvee	11,2	0,50	0,20

De keuze van de gehanteerde uitgangspunten voor dieren aantallen en de excretie per dier voor melk- en kalfkoeien is niet consistent. De excretie per dier voor melk- en kalfkoeien is gebaseerd op een melkproductie per dier die hoger is dan in 2002. Vanwege de melkquotering zal het aantal melk- en kalfkoeien dalen bij een stijgende productie per koe. Vooralsnog is deze inconsistentie in de uitgangspunten niet gecorrigeerd.

Voor de bepaling van de N-inhoud van de mest op het tijdstip van uitrijden zijn de stikstofexcreties verminderd met de gasvormige verliezen zoals die door Oenema (2000) zijn berekend. Voor invoer in MAM zijn die absolute hoeveelheden omgerekend naar percentages. De percentages waarvan is uitgegaan, zijn identiek aan die in Van Staalduinen (2001, p. 121).

Acceptatiegraden

De acceptatiegraden waarmee is gerekend, zijn vermeld in tabel 4.2. Naar verhouding van de werkelijke aanwending van dierlijke mest per gewas (Informatienetgegevens uit boekjaar

1999/00) zijn de acceptatiegraden op bouwland vertaald naar de zes akker- en tuinbouwgewasgroepen die in de berekeningen met MAM worden onderscheiden. Dat heeft tot gevolg dat er bouwplanbemesting wordt toegepast omdat 85% van alle dierlijke mest in de akker- en tuinbouw toegediend wordt op aardappelen, suikerbieten en groente in de open grond. De basis voor de acceptatiegraden is Van Staalduinen (2002). Vanwege het risico van onkruidzaden is rundveedrijfmest in de akkerbouw een minder gewilde mestsoort dan varkens- en of pluimveemest. In MAM wordt daar rekening mee gehouden door een negatieve correctie toe te passen op de opbrengstwaarde van rundveemest.

Tabel 4.2 Acceptatiegraden (in %, van de meest beperkende normering) per mestgebied voor het jaar het scenario 50mg105/85

Mestgebied	Acceptatiegraad		
	grasland	snijmaïs	bouwland a)
Groningen	31	80	53
Noord-Friesland	31	80	53
Zuidwest-Friesland	47	53	80
De wouden	47	53	80
Veenkoloniën van Drenthe	49	59	72
Overig Drenthe	49	59	72
Noord-Overijssel	49	59	72
Salland, Twente en Olst/Wijhe	47	61	64
Noordoost-Veluwe	47	61	64
West-Veluwe	47	61	64
Achterhoek en omgeving	47	61	64
Betuwe en omgeving	44	60	62
Oost-Utrecht	47	61	64
West-Utrecht	41	79	61
Noord Noord-Holland	35	68	64
Zuid Noord-Holland	35	68	64
Zuid-Holland exclusief zeeklei	41	79	61
Zeeklei van Zuid-Holland	57	60	91
Walcheren, Noord-Beveland en Schouwen-Duiveland	57	60	91
Zuid-Beveland, Tholen en St.Pilipsland	57	60	91
Zeeuws Vlaanderen	57	60	91
West Noord-Brabant	44	60	62
Westelijke Kempen	72	82	92
Maaskant en Meijerij	72	82	92
Oostelijke Kempen	72	82	92
Peel en land van Cuyk	72	82	92
Westelijknoord Limburg	72	82	92
Noord-Limburg en Maasvallei	72	82	92
Zuid-Limburg	44	60	62
Noordoostpolder	54	75	75
Flevopolders	54	75	75

a) Op droge zand en lössgronden zijn de acceptatiegraden gehalveerd ten opzichte van de waarde in de tabel.

Gebruiksnormen algemeen

In de nieuwe mestwetgeving zijn drie gebruiksnormen opgenomen die alle drie tegelijk van toepassing zijn, dat zijn:

- gebruiksnorm voor werkzame stikstof (dierlijke mest en kunstmest);
- gebruiksnorm voor stikstof totaal uit dierlijke mest;
- gebruiksnorm voor fosfaat (dierlijke mest en kunstmest).

Alle drie de gebruiksnormen worden tegelijk als randvoorwaarden in MAM ingevoerd. Wanneer bijvoorbeeld op basis van de gebruiksnorm voor werkzame stikstof het resultaat is dat er 600 kg stikstof per hectare in de vorm van dierlijke mest op grasland kan worden toegediend. Dan wil dat niet zeggen dat, dat dan ook gebeurt omdat er andere randvoorwaarden beperkender kunnen zijn. Dat is in dit voorbeeld de gebruiksnorm voor stikstof totaal uit dierlijke mest die mag hoogstens 250 kg per hectare zijn voor bedrijven met derogatie en 170 kg voor bedrijven zonder derogatie.

Gebruiksnormen voor werkzame stikstof op grasland

Wanneer de gebruiksnorm van werkzame stikstof op grasland met behulp van de wettelijk vastgestelde werkingscoëfficiënt van 50% op grasland omgerekend wordt naar hoeveel N uit dierlijke mest dit is, dan kom je tot veel hogere giften dan de gebruiksnorm van stikstof uit dierlijke mest. De gebruiksnorm voor werkzame stikstof is op grasland daarmee in geen enkele situatie beperkend. Het uitrekenen van hoeveel N uit dierlijke mest dit betreft en dat invoeren in MAM heeft dan ook geen enkel nut, dat is dan ook niet gebeurt.

Gebruiksnormen voor werkzame stikstof op snijmaïs

De werkgroep onderbouwing gebruiksnormen heeft aangegeven dat de gebruiksnorm voor werkzame stikstof 100 kg per hectare op droge zand- en lössgronden en 150 kg op de overige grondsoorten (Commissie van Deskundigen Meststoffenwet, 2004). Bij geen startgift van kunstmest op snijmaïs en tijdstip van mestaanwenden uit Van Staalduinen (2001, pp. 128-130) en de forfaitaire werkingscoëfficiënten komt dat neer op de volgende maximale giften aan dierlijke mest:

- 250 kg stikstof per hectare op kleigrond. Gerekend met de forfaitaire werkingscoëfficiënt van 60% van rundveemest bij voorjaarsaanwending;
- 210 kg stikstof per hectare op nat zand met de forfaitaire werkingscoëfficiënt van 70% van varkensmest; en
- 140 kg op droge zand- en lössgronden met de forfaitaire werkingscoëfficiënt van 70% van varkensmest.

Omdat in MAM onderscheid naar grondsoort bij de normering niet mogelijk is, is voor snijmaïs een gewogen gemiddelde norm per mestgebied berekend op basis van het voorkomen van de grondsoorten in de betreffende gebieden.

Gebruiksnormen voor werkzame stikstof op bouwland

In tabel 4.3 staan de normen voor stikstof uit dierlijke mest per mestgebied voor de groepen van akkerbouwgewassen zoals die bij de MAM berekeningen worden onderscheiden. De

Tabel 4.3 Met hectare gewogen (grondsoort en gewas) maximale stikstofgift uit dierlijke mest afgeleid van de gebruiksnorm voor totale werkzame stikstof naar mestgebied en gewasgroep in MAM a)

Mestgebied	Gewasgroep			
	CVF aardap- pelen en groente	pootaardappe- len en bieten	handels- gewassen	overige gewassen
Groningen	216	138	111	116
Noord-Friesland	187	131	139	119
Zuidwest-Friesland	220	131	100	127
De wouden	176	128	101	124
Veenkoloniën van Drenthe	201	151	107	97
Overig Drenthe	179	146	103	101
Noord-Overijssel	198	151	100	116
Salland/Twente	171	144	103	147
Noordoost-Veluwe	177	151	154	137
West-Veluwe	144	153	103	141
Achterhoek	189	141	107	156
Betuwe	139	155	47	110
Oost-Utrecht	131	148	169	137
West-Utrecht	154	156	31	96
Noordnoord-Holland	170	131	34	120
Zuidnoord-Holland	238	153	133	154
Zuid-Holland exclusief klei	178	143	33	121
Zeeklei van Zuid-Holland	238	153	33	121
Walcheren, Noord-Beveland en Schouwen-Duiveland	223	153	27	120
Zuid-Beveland, Tholen en St. Philipsland	222	154	27	119
Zeeuws Vlaanderen	221	147	20	146
West Noord-Brabant	160	145	39	141
Westelijke Kempen	58	147	51	166
Maaskant en Meijerij	96	149	83	187
Oostelijke Kempen	115	148	86	191
Peel land van Cuyk	119	149	99	197
Westelijknoord Limburg	97	148	16	176
Noord-Limburg en Maasvallei	107	149	44	159
Zuid-Limburg	131	147	164	140
Noordoostpolder	151	133	31	131
Flevopolders	235	149	24	113

a) De in deze tabel vermelde maximale giften zijn randvoorwaarden op basis van de gebruiksnorm voor werkzame stikstof. Dat wil niet zeggen dat die giften ook gegeven worden, omdat ook aan de randvoorwaarden dient te worden voldaan van de gebruiksnorm voor stikstof uit dierlijke mest en de gebruiksnorm voor fosfaat en die kunnen stringenter zijn dan de giften in deze tabel.

Bron: Schroder et al., 2004, bewerking LEI.

normen van tabel 4.5 zijn afgeleid van de gebruiksnormen voor totale werkzame stikstof. De basis hiervoor zijn de gebruiksnormen van werkzame stikstof per gewas van de WOG (Schroder et al., 2004), er is daarbij een gewogen gemiddelde met hectare berekend per mestgebied per gewasgroep voor MAM. Wintertarwe is in die tabel niet vermeld omdat dat rechtstreeks kan worden overgenomen van de WOG (Schroder et al., 2004 paragraaf 3.1.3). Voor wintertarwe is de gebruiksnorm voor werkzame stikstof 220 kg op kleigrond en 160 kg op zandgrond. De invoer voor MAM dient weergegeven te worden in stikstof uit dierlijke mest. Die wordt als volgt berekend:

Maximale stikstof uit dierlijke mest = (Gebruiksnorm werkzame N-startgift) / Werkingsfactor

Met een startgift van 50 kg stikstof uit kunstmest en de forfaitaire werkingscoëfficiënt van 70% van varkensmest bij voorjaarsaanwending (werkingsfactor 0,7) komt dat neer op 243 kg stikstof uit dierlijke mest op kleigrond en 157 kg op zandgrond voor wintertarwe. Voor braakland wordt uitgegaan van een gebruiksnorm van 0 kg.

Omrekenen van de gebruiksnorm voor werkzame stikstof naar hoeveel N uit dierlijke mest daarbij toegediend kan worden gebeurt met de startgiftten uit Van Staalduinen (2001, p. 130) van:

- 60 kg op consumptie, voer en fabrieksaardappelen, bloembollen opengrond, groente open grond en boomkwekerij;
- 40 kg op pootaardappelen en bieten;
- 50 kg op wintertarwe;
- 30 kg op handelsgewassen en snelgroeiend hout; en
- 20 kg op overige bouwland.

Om daarbij van werkzame N op maximale N uit dierlijke mest uit te komen is gerekend met de forfaitaire werkingscoëfficiënt van 70% voor varkensmest.

Stikstofgebruiksnorm voor dierlijke mest en derogatie in MAM

Bij het scenario 50mg105/85 wordt uitgegaan van een stikstofgebruiksnorm van 170 kg N per hectare en voor bedrijven met derogatie van 250 kg. Voor bedrijven met meer dan 70% grasland is een derogatie van toepassing. Dat komt er op neer dat op een deel van het areaal een andere norm van toepassing is dan op een ander deel van het areaal. In MAM kan maar een soort grasland worden onderscheiden. Dus een rechtstreekse koppeling van de derogatie op bedrijfsniveau is in MAM niet mogelijk. Dit is opgelost door per mestgebied een met hectare gewogen gemiddelde stikstofgebruiksnorm te berekenen, die als norm in MAM is ingevoerd. Bij de overige gewasgroepen is ter bepaling van de stikstofgebruiksnorm voor dierlijke mest voor MAM dezelfde procedure toegepast als voor grasland.

Voorbeeld:

In mestgebied X komt 70% van het areaal grasland voor op bedrijven die in aanmerking komen voor derogatie. De derogatie is 250 kg. De mestgebruiksnorm op grasland wordt dan: 70% van 250 en 30% van 170 = 226 kg. Van de oppervlakte snijmaïs komt 25% van het

areaal voor op bedrijven die in aanmerking komen voor derogatie. De mestgebruiksnorm op snijmaïs voor mestgebied X wordt dan: 25% van 250 kg en 75% van 170 kg = 190 kg.

Of een bedrijf wel of niet voor derogatie in aanmerking komt is uitgegaan van de situatie in het jaar 2001. Daarbij is verondersteld dat bedrijven met 60 tot 70% grasland zich tussen 2001 en 2006 zodanig aanpassen dat ze in 2006 minimaal 70% grasland hebben. Het basisjaar bij dit onderzoek is echter het jaar 2002, daarbij is aangenomen dat het aandeel grasland in 2002 gelijk is aan die in 2001.

Tabel 4.4 geeft de gemiddelde kosten van mestafzet. Zoals hierboven beschreven wordt de ondergrens bepaald door de kosten van mestaanwending op het eigen bedrijf, terwijl de bovengrens wordt aangegeven door kosten van export en verwerking. Kosten van mestafzet in de eigen regio en buiten de eigen regio is gelijk aan de mestprijs gevonden in de literatuur (Luesink e.a., 2004).

Tabel 4.4 Kosten mestafzet per mestafzetmogelijkheid per mestsoort in 2002 (euro per m³)

	Eigen bedrijf	Eigen regio/buiten eigen regio			Export	Verwerking
		overschotgebieden a)		overig		
		zuid	oost			
Melkkoeien	2,5	7,5	6,5	5,1		
Vleesvee	2,5	7,5	6,5	5,1	36,3	36,3
Vleeskalveren	2,5	7,5	6,5	5,1	36,3	36,3
Vleesvarkens	2,5	8,5	7,5	6,1	36,3	
Fokzeugen	2,5	8,5	7,5	6,1	36,3	36,3
Leghennen	3,2	14	13	11,6	25,0	25,0
Moederdieren van vleesrassen	3,2	14	13	11,6	25,0	25,0
Vleeskuikens	3,2	14	13	11,6	25,0	25,0

a) Verdeling 31 mestgebieden over Zuidelijk en Oostelijk overschotgebied en overige gebieden kan worden gevonden in bijlage 3.

Bron: Luesink e.a., 2004; eigen berekeningen.

Doorgifte mestvraag uit MAM aan DRAM

MAM levert per mestsoort per mestgebied (31 mestgebieden) de mestafzet naar de verschillende bestemmingen (zie figuur 3.1). De verschillende mestsoorten in MAM worden gekoppeld aan de mestsoorten (en diertypes) in DRAM. Zoals gezegd, in het kader van dit project bleek het onmogelijk om definities en specificaties van diersoorten en gewassen in MAM en DRAM volledig op elkaar af te stemmen. Vervolgens wordt per mestsoort en mestgebied de aandelen van de verschillende mestafzetmogelijkheden in de totale mestafzet (=mestproductie) berekend. De aandelen worden gebruikt om per mestsoort (in DRAM) per dier per mestgebied, aan te kunnen geven hoeveel mest er op het eigen bedrijf kan worden afgezet, hoeveel er in de eigen regio kan worden afgezet, hoeveel buiten de eigen regio wordt

afgezet en hoeveel er wordt geëxporteerd c.q. verwerkt (zie variabele $manafzet3_{mani,bestemming,mamreg}$ in vergelijking (10)).

De mest die buiten het eigen bedrijf moet worden afgezet neemt toe, naarmate er minder mest op het eigen bedrijf kan worden afgezet. Naarmate er minder mest op het eigen bedrijf kan worden afgezet, moet er meer buiten het eigen bedrijf worden afgezet, neemt de druk op de mestmarkt toe en neemt dus ook de waarde van mestafzet op het eigen bedrijf toe. De parameters van de vraagvergelijking, α_1 en α_2 , zijn gekalibreerd op de waargenomen mestafzet op het eigen bedrijf in de basis en waargenomen mestprijzen in de basis:

$$\alpha_2 = \frac{mestprijs^*}{m^* \cdot \varepsilon} \quad (11)$$

$$\alpha_1 = mestprijs^* - \alpha_2 \cdot m^* \quad (12)$$

Waarbij:

$mestprijs^*$ = mestprijs van vleesvarkens in overschotgebied Zuid in 2002 (euro per kg P)

m^* = afzet van vleesvarkensmest op het eigen bedrijf in overschotgebied Zuid in 2002 (kg P)

ε = vraagprijs elasticiteit tussen vraag naar vleesvarkensmest op het eigen bedrijf en prijs van mest

D vraagprijs elasticiteit van dierlijke mest wordt gelijk verondersteld aan -0.5. Dit betekent dat de vraag naar mest in-elastisch is. Dit stemt overeen met de specifieke eigenschappen van dierlijke mest (Baltussen, e.a. 1993). De ontwikkeling in de mestprijzen in de overige regio's en van overige mestsoorten wordt gelijk verondersteld aan de ontwikkeling van de mestprijs van vleesvarkensmest in het overschotgebied Zuid.

Gegeven de parameters van de vraagvergelijking, zie vergelijking (11) en (12), kan de nieuwe mestprijs onder het scenario worden berekend aan de hand van vergelijking (7).

Export van jongvee

In de gebruikte versie van DRAM kan export naar en import van jongvee (kalveren, biggen, eendagskuikens) uit het buitenland plaatsvinden tegen vaste prijzen. Hier wordt het kleine landen principe gehanteerd: dat wil zeggen dat het gedrag van Nederland niet van invloed is op de prijzen op de Europese of wereldmarkt. Naarmate de export toeneemt wordt dit principe minder waarschijnlijk, zodat een bovengrens (restrictie) is gelegd op de totale export van jongvee. Verondersteld wordt dat de export van jongvee in het scenario maximaal 2,5% boven de export van jongvee in de basis kan liggen.

4.4 Resultaten

In deze paragraaf worden de resultaten van de berekeningen met het gecombineerde modelinstrumentarium MAM-DRAM en het OPS-model gepresenteerd zowel van het referentiejaar 2002 als van het scenario 50mg105/85. Met name zal worden ingegaan op de afwijkingen van het scenario ten opzichte van de referentie bezien in het licht van de gebruikte methode. Het is niet de bedoeling om de meest waarschijnlijke schatting van de landbouwstructuur en de milieudruk te voorspellen voor het jaar waarop het scenario betrekking op heeft. Niettemin zal het resultaat van het scenario 50mg105/85 enige realiteitswaarde hebben.

4.4.1 Landbouwproductie

Tabel 4.5 geeft inzicht in de effecten op de omvang en samenstelling van de veestapel en effecten op het grondgebruik op nationaal niveau. Tabel 4.5 laat zien dat het aantal melkkoeien iets afneemt. Dit komt door een gemiddeld iets hogere melkproductie per koe, waardoor er minder melkkoeien nodig zijn om het melkquotum vol te melken. Het model maakt onderscheid in verschillende type melkkoeien. Vanwege een gebrek aan meer gedetailleerde data is verondersteld dat per type melkkoe, de mest- en mineralenproductie niet verschilt. Dus een koe met een hoge melkproductie produceert net zoveel mest en mineralen als een koe met lage melkproductie. Bij een toename van de mestafzetkosten per melkkoe, zoals onder variant 50mg105/85 in vergelijking tot de basisvariant, kan de producent de mestafzetkosten verminderen door te streven naar een hogere melkproductie per koe om zo de mestafzetkosten per kilogram melk te minimaliseren. Tabel 4.5 laat zien dat het aantal stuks vleesvee iets daalt. Dit wordt verklaard door het grote aandeel mestafzet op het eigen bedrijf, ook onder scenario 50mg105/85. Het aantal vleeskalveren en het aantal stuks pluimvee neemt onder scenario 50mg105/85 iets af in vergelijking tot de basisvariant. De grootste daling vindt echter plaats in de varkenshouderij. Het aantal fokzeugen en vleesvarkens daalt met respectievelijk ruim 10 en bijna 14%. De daling van het aantal vleesvarkens komt doordat de hoeveelheden mestexport en mestverwerking aanzienlijk toenemen. Dit kan zelfs op korte termijn al leiden tot een aanzienlijke daling van het aantal stuks vleesvarkens. Zelfs een scherpe daling van de prijs van biggen kan dit niet helemaal voorkomen. De daling van de biggenprijs wordt als volgt verklaard. Door de daling van het aantal vleesvarkens, neemt de vraag naar biggen van fokzeugen af. Hierdoor daalt de prijs van biggen en door de lagere biggenprijs neemt het aantal fokzeugen ook af. In de huidige modelversie is simpelweg een bovengrens gesteld aan de export van biggen. Dit heeft tot gevolg dat het aantal fokzeugen wel af moet nemen, als het aantal vleesvarkens afneemt.

De effecten op het grondgebruik zijn op nationaal niveau zeer gering. Dit komt doordat geen rekening wordt gehouden met mogelijke aanpassingen in het grondgebruik, teneinde de mestafzetmogelijkheden op het eigen bedrijf, in de eigen regio of buiten de eigen regio te maximaliseren. De effecten op het grondgebruik worden nu alleen bepaald door de daling van het aantal melkkoeien en de verandering in de vraag naar grasland.

Tabel 4.5 Aantal dieren en hectare in de basisvariant en in het scenario 50mg105/85 (*1.000)

Landbouwactiviteit	Basisvariant	50mg105/85	Vershil (%)
Melkkoeien	1.486	1.477	-0,6
Vleesvee	318	315	-1,1
Vleeskalveren	713	689	-3,5
Zeugen	1.007	904	-10,3
Vleesvarkens	5.591	4.787	-14,4
Pluimvee	100.338	99.031	-1,3
Grasland	1.007	1.003	-0,4
Maisland	218	218	0,0
Granen	234	236	0,6
Aardappelen (exclusief fabrieksaardappelen), vollegrondsgroenten en bloembollen	252	252	0,0
Overig akkerbouw	197	199	1,1
Totaal landbouwgrond	1.908	1.908	0

Regionale effecten

Regionale effecten kunnen aanzienlijk verschillen van bovenstaande effecten op nationaal niveau. Zo neemt onder variant 50mg105/85 het aantal melkkoeien in overschotgebied Zuid met bijna 4% af, terwijl in overschotgebied Oost en in de overige gebieden, het aantal melkkoeien vrijwel constant blijft. De verandering van het aantal stuks vleesvee varieert van een gemiddelde stijging van het aantal stuks vleesvee in overschotgebied Oost met 2% tot een gemiddelde daling met 4% in overschotgebied Zuid. De daling van het aantal vleeskalveren is ruim 5% in overschotgebied Zuid en in de overige gebieden, terwijl de daling in overschotgebied Oost beperkt blijft tot een kleine 2%. In overschotgebied Oost wordt al veel kalvermest verwerkt. De daling van het aantal stuks vleesvarkens is het grootst in overschotgebied Oost, namelijk ruim 23%. In overschotgebied Zuid en in de overige gebieden daalt het aantal vleesvarkens met respectievelijk 12 en 10%. De krimp van de zeugenstapel in overschotgebied Oost, Zuid en in de overige gebieden is respectievelijk 15, 10 en 5%. De daling van het aantal stuks pluimvee is het grootst in de overige gebieden. In de overschotgebieden Zuid en Oost, wordt in de basisvariant ook al een belangrijk deel van de mest geëxporteerd, zodat aanscherping onder variant 50mg105/85 relatief weinig effect heeft op de mestafzetkosten.

De grootste effecten op het grondgebruik zijn te verwachten in overschotgebied Zuid. De daling van het areaal grasland in dit gebied met ongeveer 3%, wordt gevolgd door een stijging van het areaal graan en overige gewassen. Door het effect van extra aanbod van aardappelen en groente op marktprijzen, blijft de stijging van areaal aardappelen en groente beperkt.

4.4.2 Mestproductie, -overschot en -afzet

De totale Nederlandse veestapel zal als gevolg van de beleidsmaatregelen verondersteld in het scenario 50mg105/85 lager zijn dan in de basisvariant (2002) en dat zal een verlaging van de stikstof- en fosfaatproductie geven van respectievelijk 23 mln. kg en 10 mln. kg (tabel 4.6).

Bij het melkvee is er sprake van een hogere stikstofproductie. Dat komt doordat er in het scenario 50mg105/85 van een hogere N-excretie wordt uitgegaan dan in 2002 het geval was, namelijk 135 kg in plaats van 126 kg per dier per jaar (referentie). De fosfaatproductie van melkvee is om dezelfde reden, een hogere excretie, gelijk gebleven. De fosfaatexcretie is gestegen van 41 naar 42 kg per dier per jaar.

Tabel 4.6 Stikstof- en fosfaatproducties van de basisvariant en het scenario 50mg105/85 (in mln. kg) en de verandering van het scenario ten opzichte van de basis

	Basis	50mg105/85	Index
N-productie:			
- melkvee	264	270	102
- vleesvee	54	59	91
- varkens	100	81	81
- pluimvee	65	59	91
Totaal	482	459	95
P ₂ O ₅ -productie:			
- melkvee	82	81	99
- vleesvee	17	16	94
- varkens	41	34	83
- pluimvee	32	30	94
Totaal	171	161	94

Bij het scenario is 17% mest minder op het eigen bedrijf geplaatst (tabel 4.7) als gevolg van een veel lagere plaatsingscapaciteit. Daardoor neemt ondanks een 6% lagere mestproductie, het bedrijfsoverschot toe met 11%. Vooral in de eigen regio kan er minder mest worden afgezet (-15%), maar ook de afzetmogelijkheden in andere regio's zijn lager (-4%). De afzet buiten de Nederlandse landbouw neemt fors toe volgens de huidige berekeningen van het scenario 50mg105/85.

Tabel 4.7 Productie en afzetkanalen van mest bij de basisvariant en het scenario 50mg105/85 (in mln. kg P₂O₅) en het scenario ten opzichte van de basisvariant (index)

	Basis	50mg105/85	Index
Productie	171,5	161,1	94
Geplaatst op eigen bedrijf	106,4	88,4	83
Bedrijfsoverschot	65,1	72,7	111
Afzet bedrijfsoverschot:			
- eigen regio	25,9	22,0	85
- andere regio	22,2	21,3	96
- buiten Nederlandse landbouw	17,0	29,4	173

Als naar het fosfaatoverschot per diergroep wordt gekeken, dan valt het op dat vooral bij melkvee, maar ook bij vleesvee, het overschot stijgt, namelijk respectievelijk met 605% en 124% (tabel 4.8). Hier komt de lagere plaatsingscapaciteit tot uiting, vooral bedrijven met eigen grond kunnen minder van de eigen geproduceerde mest plaatsen en zullen derhalve meer moeten afvoeren. Voor bedrijven zonder grond verandert er weinig, immers, deze bedrijven voerden ook in het verleden alle geproduceerde mest af. De lagere plaatsingscapaciteit zal de druk op de mestmarkt vergroten en daarmee de prijzen voor mestafzet verhogen. Het bedrijfsoverschot voor varkens en pluimvee wordt kleiner. Dit wordt veroorzaakt met name door de krimp van het aantal varkens en pluimvee.

Tabel 4.8 Bedrijfsoverschot uit dierlijke mest per diergroep in de basisvariant en het scenario 50mg105/85 (in 1.000 kg P₂O₅) en het scenario ten opzichte van de basis (index)

	Basis	50mg105/85	Index
Melkvee	2.106	12.753	605
Vleesvee	4.048	5.005	124
Varkens	30.057	27.324	91
Pluimvee	28.862	27.656	96
Totaal	65.073	72.739	112

Tabel 4.9 Plaatsing van bedrijfsoverschotmest per diergroep in de basisvariant en het scenario 50mg105/85 (in 1.000 kg P₂O₅)

	Naar eigen regio			Naar andere regio		
	basis	50mg105/85	index	basis	50mg105/85	index
Melkvee	1.776	10.598	597	330	2.155	653
Vleesvee	2.712	2.460	91	433	1.765	408
Varkens	16.184	7.297	45	12.909	15.697	122
Pluimvee	5.051	1.627	32	8.017	987	12

Economisch is het aantrekkelijker om per eenheid product zoveel mogelijk mineralen af te voeren en is het goedkoper om pluimveemest (mineraalrijk) over een grotere afstand te transporteren dan kalvermest (mineraalarm). Doordat grondgebonden bedrijven in de scenario-berekening meer mest moeten afvoeren zal er een verschuiving optreden in de plaatsingslocaties van de verschillen mestsoorten. Zo zal de mest van melkvee en vleesvee in plaats van op het eigen land, vooral in de eigen regio (tabel 4.9) en in andere regio's terechtkomen. Daardoor zal er meer varkensmest naar andere regio's getransporteerd worden en zal er nog maar weinig pluimveemest in Nederland afgezet kunnen worden.

Tabel 4.10 geeft de gemiddelde aandelen van de verschillende mestafzetmogelijkheden in de mestproductie per dier op nationaal niveau. Uit tabel 4.10 blijkt dat in de basisvariant een groot deel van de mestproductie van melkkoeien op het eigen bedrijf kon worden afgezet. Hetzelfde geldt voor vleesvee. Mest van leghennen, inclusief moederdieren van vleeskuikens en mest van vleeskuikens kan maar voor een klein deel op het eigen bedrijf worden afgezet, respectievelijk 7,3 en 13,6% van de totale mestproductie. Van deze mestsoorten wordt wel weer een groot deel geëxporteerd.

Tabel 4.10 Aandeel mestafzetmogelijkheid per mestsoort in de basisvariant (procenten)

	Eigen bedrijf	Eigen regio	Buiten eigen regio	Export	Verwer- king	Totaal
Melkkoeien	97,4	2,2	0,4	0,0	0,0	100,0
Vleesvee	90,0	7,0	2,4	0,6	0,0	100,0
Vleeskalveren	37,7	41,0	2,9	3,6	14,8	100,0
Vleesvarkens	23,0	37,3	36,1	3,5	0,0	99,9
Fokzeugen	31,8	43,4	24,4	0,4	0,0	100,0
Leghennen/moederdieren	7,3	14,7	37,2	40,6	0,2	100,0
Vleeskuikens	13,6	16,2	6,6	63,6	0,0	100,0

Tabel 4.11 geeft het aandeel per mestafzetmogelijkheid per diergroep in variant 50mg105/85, zoals berekend door MAM. In vergelijking tot aandelen in de basisvariant (zie tabel 4.10) neemt het nationaal gemiddelde aandeel mestafzet op het eigen bedrijf voor melkvee af van 97,4% in de basisvariant tot 84,33% in variant 50mg105/85. De meeste mest kan in de eigen regio worden geplaatst, maar het aandeel mestafzet buiten de eigen regio neemt relatief het sterkste toe, namelijk van 0,4% in de basisvariant tot 2,7% in variant 50mg105/85. Het aandeel mestafzet buiten de eigen regio neemt voor het vleesvee minder sterk toe dan voor melkkoeien, namelijk van 2,4% in de basisvariant naar 7,2% in variant 50mg105/85. Ook wordt er in laatst genoemde variant geen mest afkomstig van vleesvee geëxporteerd, terwijl dat in de basisvariant nog wel het geval was. Gezien de kosten van mestexport (tabel 4.4) heeft dit dus een dalend effect op de marginale mestafzetkosten onder variant 50mg105/85 ten opzichte van de basisvariant.

In de intensieve veehouderij (vleeskalveren, varkens en pluimvee), zien we over het algemeen een sterke verschuiving in de richting van export en verwerking onder variant 50mg105/85 ten opzichte van de basisvariant. Met name de export en verwerking van mest afkomstig van vleesvarkens neemt relatief zeer sterk toe. De export en verwerking van mest afkomstig van fokzeugen neemt iets af onder variant 50mg105/85 in vergelijking tot de basisvariant. Tabel 4.10 en tabel 4.11 geven gemiddelde aandelen van de verschillende mestafzetmogelijkheden op nationaal niveau onder de basisvariant en variant 50mg105/85. Al eerder is aangegeven dat de mestafzetkosten verschillen per mestafzetkanaal. Zo zijn de kosten van export en verwerking hoger dan kosten van mestafzet op het eigen bedrijf. Daar komt bij dat de kosten van mestafzet en de mestprijs in de eigen regio en buiten de eigen regio een

functie zijn van het mestoverschot (zie paragraaf 3.2). Als we tabel 4.10 en 4.11 met elkaar vergelijken dan worden de nationale en regionale effecten op met name het aantal vleesvarkens (zie tabel 4.5) dus met name verklaard:

- door het toegenomen mestoverschot op het eigen bedrijf (aandeel mestafzet op het eigen bedrijf in totale mestafzet neemt af);
- door de sterke toename van het aandeel export en verwerking in totale mestafzet.

Tabel 4.11 Aandeel mestafzetmogelijkheid per mestsoort in het scenario 50mg105/85 (procenten)

	Eigen bedrijf	Eigen regio	Buiten eigen regio	Export	Verwer- king	Totaal
Melkkoeien	84,3	13,0	2,7	0	0	100
Vleesvee	80,9	11,9	7,2	0	0	100
Vleeskalveren	33,2	25,5	22,3	0	19,0	100
Vleesvarkens	15,4	19,5	44,3	4,2	16,7	100,1
Fokzeugen	25,3	24,7	49,6	0,3	0	99,9
Leghennen/moederdieren	5,8	7,1	5,4	64,8	16,9	100
Vleeskuikens	11,1	2,8	0	86,1	0	100

4.4.3 Ammoniakemissie

Een lagere mestproductie resulteert in een lagere ammoniakemissie. In tabel 4.13 is de ammoniakemissie 8% lager dan in tabel 4.12 en dus niet gelijk aan de daling van de stikstofproductie (4%). De ammoniakemissie van melkvee is in het scenario 50mg105/85 hoger dan in de basisberekening als gevolg van de hogere stikstofexcretie (zie paragraaf 4.3.3).

Tabel 4.12 Ammoniakemissie voor Nederland in de basisberekening naar diergroep en emissieplaats voor dierlijke mest (in 1.000 kg NH₃)

	Stal en opslag	Weide	Aanwending	Totaal
Melkvee	23.184	6.545	22.359	52.088
Vleesvee	4.813	1.844	5.398	12.055
Varkens	21.145	0	12.701	33.846
Pluimvee	13.499	0	2.716	16.215
Totaal	62.641	8.389	43.173	114.204

Bij de varkens en het pluimvee is de daling van de ammoniakemissie sterker dan de daling van de mestproductie (respectievelijk 22 en 18% ten opzichte van 16 en 9%). Dit komt

doordat er meer mest wordt geëxporteerd, waardoor die aanwendingsemissie niet tot de Nederlandse ammoniakemissie wordt gerekend.

Tabel 4.13 Ammoniakemissie voor Nederland in het scenario 50mg105/85 naar diergroep en emissieplaats voor dierlijke mest (in 1000 kg NH₃)

	Stal en opslag	Weide	Aanwending	Totaal
Melkvee	24.105	6.553	23.114	53.771
Vleesvee	4.481	1.650	4.968	11.100
Varkens	17.106	0	9.343	26.448
Pluimvee	12.329	0	951	13.280
Totaal	58.021	8.203	38.375	104.599

4.4.4 Bodembelasting

De bodembelasting met stikstof uit dierlijke mest is voor bijna alle gewassen in het scenario 50mg105/85 lager dan in de basis (tabel 4.14). Alleen de gewasgroepen consumptieaardappelen, wintertarwe en niet-getelde grond hebben een hogere bodembelasting. De oorzaak daarvan is het verschil in mestsoorten die bij de basisvariant en de 50mg105/85 variant op die gewassen wordt afgezet. Bij de situatie met gebruiksnormen is er een veel groter bedrijfsoverschot aan rundveemest dan bij de basisvariant. Die rundveemest verdringt de varkens en pluimveemest van de markt die bij de basisvariant op aardappelen, tarwe en vooral niet-getelde landbouwgrond werd afgezet. Omdat rundveemest veel meer stikstof bevat dan varkens en pluimveemest neemt daardoor de bodembelasting met stikstof toe. De variatie tussen de gewassen is echter groot van 34 kg meer tot 72 kg stikstof per hectare minder.

Tabel 4.14 Bodembelasting met stikstof uit dierlijke mest per gewas in de basisvariant en in het scenario 50mg105/85 (in kg per ha) en het verschil tussen het scenario en de basis (in kg per ha en in %)

Gewas	Basis	50mg105/85	Verschil	
			kg ha ⁻¹	%
Gras	222	202	-20	-9
Maïs	234	162	-72	-31
Aardappelen	154	160	+6	+4
Bieten	138	98	-40	-29
Tarwe	28	30	+2	+7
Handelsgewassen	14	9	-5	-36
Overige gewassen	69	48	-21	-30
Braak	6	0	-6	0
Niet-getelde landbouwgrond a)	84	118	+34	+40

a) Dit is cultuurgrond die aanwezig is op bedrijfjes die kleiner zijn dan de ondergrens (3 nge) in de Landbouwtelling.

Uit tabel 4.15 blijkt dat ook de fosfaatbelasting van de bodem in de scenarioberekening voor alle gewassen lager is of bijna hetzelfde is gebleven ten opzichte van de basis. Voor fosfaat is de gemiddelde daling procentueel sterker (-16%) dan voor stikstof (-11%). Dit kan grotendeels worden verklaard doordat in de basis voor de meeste gewassen fosfaat de beperkende factor was. De gebruiksnormen voor het scenario 50mg105/85 zijn echter zover gedaald dat voor een aantal gewassen (voornamelijk gras en maïs) stikstof de beperkende factor is geworden. Hierdoor wordt er minder fosfaat aan dat gewas gegeven dan de norm toestaat.

Tabel 4.15 Bodembelasting met fosfaat uit dierlijke mest per gewas in de basis en in het scenario 50mg105/85 (in kg per ha) en het verschil tussen het scenario en de basis (in kg per ha en in %)

Gewas ¹	Basis	50mg105/85	Verschil	
			kg ha ⁻¹	%
Gras	83	73	-10	-12
Maïs	104	71	-33	-32
Aardappelen	103	90	-13	-13
Bieten	73	65	-8	-11
Tarwe	16	16	0	0
Handelsgewassen	8	5	-3	-37
Overige gewassen	38	32	-6	-16
Braak	3	0	-3	0
Niet-getelde grond	39	41	+2	+5

Tabel 4.16 Bodembelasting met stikstof uit dierlijke mest per gewas per gebied de basis- en de scenarioberekening (in kg ha⁻¹) en het verschil tussen de basis- en de scenarioberekening (in kg ha⁻¹)

Gewas ²	Overgang			Overschot Zuid			Overschot Oost		
	basis	scenario	verschil	basis	scenario	verschil	basis	scenario	verschil
Gras	183	174	-9	234	209	-25	245	195	-50
Maïs	154	123	-30	233	160	-73	251	155	-96
Aardappelen	137	184	47	209	169	-40	173	125	-49
Bieten	131	101	-31	213	129	-84	139	91	-48
Tarwe	25	30	4	55	60	5	30	38	8
Handelsgewassen	7	5	-2	54	41	-13	22	10	-12
Overig	40	31	-9	83	68	-14	128	86	-42
Braak	4	0	-3	13	0	-13	10	0	-10
Niet geteld	57	93	36	95	113	18	141	156	15

Zowel voor stikstof als voor fosfaat valt het op dat er meer mineralen naar de niet-getelde grond gaan. Dit heeft als oorzaak dat in de basisberekening de meeste mest nog op de

gangbare gewassen gebracht kon worden. In het scenario is de plaatsingscapaciteit zover afgenomen dat alle mogelijke ruimte, dus ook op niet-getelde grond, benut moet worden om de geproduceerde mest te kunnen plaatsen.

Tabel 4.16 laat zien dat er tussen de drie gebieden nog wel enig verschil is. In het overschotgebied Oost komt er in vergelijking met de basisberekening de minste stikstof op de gewassen, terwijl de teruggang in stikstofgift in de overgangsregio's het kleinst is. Daarentegen neemt in het overgangsgebied de gift op niet getelde grond het sterkst toe en in de overschotgebieden het minst. De grote verschillen komen vooral door verschil in mestsoort die bij de basis variant en het scenario op de het betreffende gewas wordt afgezet.

4.4.5 Inkomen en marginale kosten voor mestafzet

Inkomen

Tabel 4.17 geeft inzicht in het effect op het inkomen.¹ Het inkomen op sectorniveau is een van de manieren om de economische betekenis van een sector te meten in de nationale economie. Het inkomen bestaat uit opbrengst minus variabele kosten, dus vergoeding voor de vaste kosten grond, kapitaal en arbeid. Voor individuele landbouwbedrijven zijn vaste kosten voor een deel ook betaalde kosten aan derden. Als die kosten constant verondersteld worden en worden meegenomen in het inkomen, dan zijn de inkomenseffecten op bedrijfsniveau procentueel groter dan op sectorniveau. Over het algemeen en voor de meeste sectoren geldt dat

Tabel 4.17 Inkomen (Bruto Toegevoegde Waarde) per sector in de basisvariant en in variant 50mg105/85 (miljoen euro)

Sector	Basis	50mg105/85	Vershil (mln. euro)	Vershil (%)
Melkveehouderij	1.870	1.795	-74,8	-4,0
Vleesveehouderij	72	80	8,1	11,3
Vleeskalverhouderij	105	99	-6,2	-5,9
Varkenshouderij	569	440	-128,7	-22,6
Pluimveehouderij	294	284	-9,5	-3,2
Akkerbouw, vollegrondsgroenten en bloembollen	1.062	1.062	-0,4	0,0
Overig landbouw	3.175	3.175	0,0	0,0
Mestafzet binnenland a)	33	114	81,1	244,4
Zuivelverwerkende industrie	1.146	1.146	0,0	0,0
Vleesindustrie	962	887	-74,3	-7,7
Overig verwerking	983	981	-1,6	-0,2
Toeleverende industrie b)	175.830	175.647	-182,6	-0,1
Overige industrie	38.657	38.646	-11,2	0,0
Totaal Nederland	224.757	224.357	-400,0	-0,2

a) Marges voor intermediairs, transporteurs en finale afnemers dierlijke mest; b) Met toeleverende industrie wordt hier bedoeld alle industrieën die iets leveren aan de primaire landbouw.

¹ Extra kunstmestkosten en eventuele opbrengstderving in de akkerbouw worden niet meegenomen.

inkomenseffecten op bedrijfsniveau, inclusief betaalde vaste kosten, gemiddeld bijna twee keer zo groot zijn als de inkomenseffecten op sectorniveau. Onderstaande resultaten hebben betrekking op inkomenseffecten op sectorniveau.

De inkomenseffecten in de veehouderij variëren van ruim +11% in de vleesveehouderij tot bijna -23% in de varkenshouderij. De stijging van het inkomen in de vleesveehouderij is te verklaren door de daling van de jongveekosten, met name door de restrictie op de export van jongvee (zie de beschrijving van de uitgangspunten van het scenario). De daling van het inkomen in de sector varkenshouderij is met name te verklaren door de inkrimping van het aantal vleesvarkens en fokzeugen en door de sterke toename van de mestprijzen in het binnenland en de toename van de export en verwerking van varkensmest. Exclusief inkomsten uit mestacceptatie en extra kunstmestkosten daalt het inkomen in de melkveehouderij met 4%, terwijl het inkomen in de akkerbouw constant blijft. Tabel 4.17 laat ook zien wat de verandering in inkomsten uit mestafzet in het binnenland is.¹ In vergelijking met de basis neemt het inkomen uit mestafzet in het binnenland toe met ruim 80 miljoen euro en een deel zal zeker toevallen aan de sector akkerbouw en het meer extensieve deel van de melkveehouderij.

Als gevolg van een daling van de veestapel, daalt het inkomen in de vleesindustrie met bijna 8% oftewel 74,3 miljoen euro. Het inkomen in de toeleverende industrie daalt met 182,6 miljoen euro. In totaal daalt het inkomen in Nederland met 400 miljoen euro. Het positieve milieueffect wordt uiteraard niet meegerekend.

Regionaal gezien, kunnen de inkomenseffecten aanzienlijk groter zijn dan het nationale gemiddelde. In het overschotgebied Zuid en Oost daalt het inkomen uit landbouwactiviteiten (exclusief inkomen uit categorieën overige landbouw en mestafzet binnenland, zie tabel 4.17) met respectievelijk 12 en 9% oftewel respectievelijk met 104 en 67 miljoen euro. In de rest van Nederland is het effect op het landbouwincome veel kleiner namelijk een daling van 1,7% oftewel bijna 41 miljoen euro.

Marginale kosten voor mestafzet

Tabel 4.18 geeft resultaten wat betreft gemiddelde marginale kosten mestafzet in de basisvariant en in scenario 50mg105/85 in een bepaald gebied: (overschotgebied Zuid, overschotgebied Oost en Rest). Het gemiddelde is berekend over de marginale mestafzetkosten per mestregio in een bepaald gebied. Zoals gezegd, zonder export of verwerking van dierlijke mest, worden de marginale kosten van mestafzet in de eigen regio en buiten de eigen regio bepaald door vergelijking (2) en vergelijking (3). In het geval van mestexport of mestverwerking liggen de marginale kosten van mestafzet aanzienlijk boven mestprijs in de eigen regio of buiten de eigen regio. (zie tabel 4.4).

Tabel 4.18 laat zien dat de ontwikkeling van de marginale mestafzetkosten, gemiddeld over de mestregio's in een gebied, tussen de verschillende gebieden sterk kan verschillen. Met name de gebieden met gemiddeld relatief lage marginale mestafzetkosten in de basisvariant, krijgen te maken met een sterke toename van de gemiddelde marginale mestafzetkosten per

¹ Omdat onvoldoende inzicht bestaat in het deel dat toevalt aan intermediairs en transporteurs en het deel dat toevalt aan de finale afnemers (bijvoorbeeld akkerbouwer) is ervoor gekozen de inkomsten uit mestafzet als aparte sector weer te geven.

gebied.¹ Zoals te verwachten nemen gemiddelde marginale mestafzetkosten toe in de rundveehouderij en in de varkenshouderij en met name in de vleesvarkenshouderij in het overschotgebied Oost. Opvallend is de daling van de gemiddelde marginale kosten in de zeugenhouderij in de overschotgebieden. Deze wordt verklaard door een daling van de export van mest in scenario 50mg105/85 in vergelijking tot de basisvariant in een tweetal regio's, namelijk regio 11 en 26.² Ook de beperkte stijging van de gemiddelde marginale mestafzetkosten in de pluimveehouderij in de overschotgebieden heeft te maken met de veronderstelling dat de exportprijs is gegeven en het feit dat in de basisvariant bijna alle mest al wordt geëxporteerd (de gemiddelde marginale kosten kunnen dus nauwelijks verder toenemen).

De relatief sterke toename van de gemiddelde marginale mestafzetkosten in de pluimveehouderij buiten de overschotgebieden, is met name te verklaren door de sterke toename van de export en verwerking in de betreffende gebieden.

Tabel 4.18 Marginale kosten mestafzet in de basisvariant en in variant 50mg105/85

	Basisvariant			50mg105/85		
	overschotgebieden		rest	overschotgebieden		rest
	Zuid	Oost euro per m ³		Zuid	Oost verschil in %	
Melkkoeien	7,5	6,5	5,1	79	81	97
Vleesvee	7,5	11,0	5,5	79	24	77
Vleeskalveren	7,5	10,2	5,1	51	11	83
Vleesvarkens	13,7	7,5	6,1	114	384	115
Fokzeugen	16,9	18,8	6,1	-10	-29	79
Leghennen	25,0	25,0	17,7	0	-1	40
Vleeskuikens	24,2	25,0	18,3	2	0	35

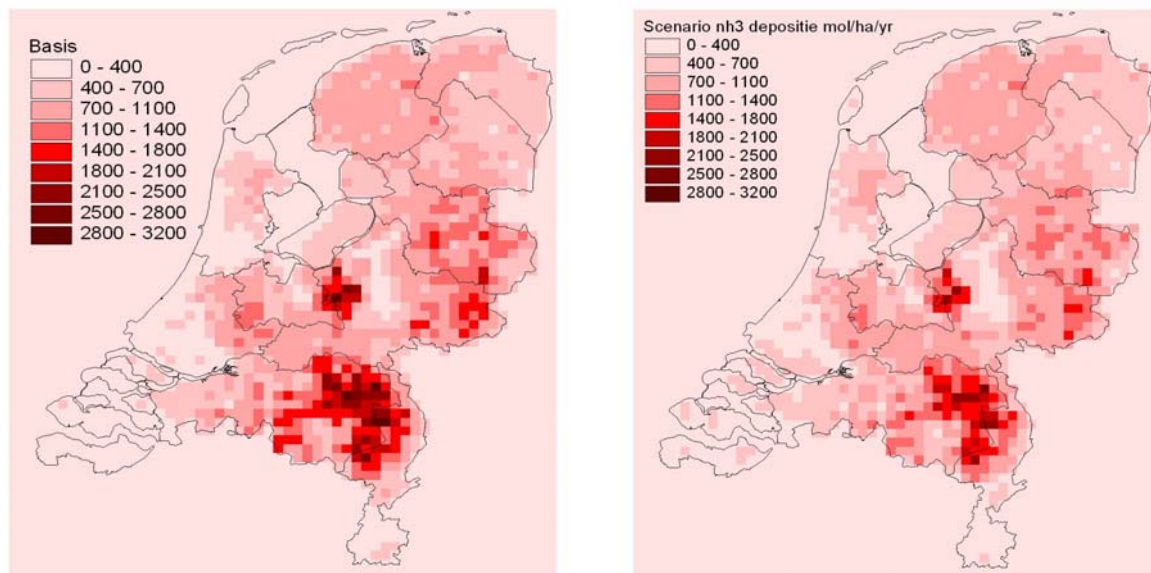
4.4.6 Depositie

In deze paragraaf worden de resultaten van het OPS-model gepresenteerd voor de basisvariant en voor het scenario. De ammoniakemissie resultaten van MAM voor zowel de basis als het scenario worden op verschillende aggregatieniveaus berekend, echter niet op gridniveau. De emissie wordt door MAM berekend per gemeente en in combinatie met de stikstofproductie van dierlijke mest wordt de emissie geaggregeerd en vervolgens verrasterd naar een gridniveau van 5x5 km (het aggregeren en verrasten is door het RIVM uitgevoerd). De totale ammoniakemissie op gridniveau is invoer voor het OPS-model welke vervolgens de ammo-

¹ Marginale kosten, gemiddeld over alle bijbehorende mestregio's, in de overschotgebieden zitten dicht tegen de vaste prijs van mestexport en verwerking aan en kunnen dus relatief minder stijgen.

² Je zou het omgekeerde verwachten, maar dit resultaat is het gevolg van veronderstellingen die ten grondslag liggen aan het 50mg105/85 scenario en die in MAM worden gemaakt.

niakdepositie berekend heeft. Uitgesloten is een drietal gridcellen waarvan de berekende depositie een onwaarschijnlijk hoge waarde heeft (>15 g/s). De ammoniakemissie van deze cellen is daarom gesteld op 0 g/s. In onderstaande kaartjes zijn de berekende depositiewaarden (ammoniakdepositie in mol/ha/jaar) te zien voor de basis en het scenario. De depositie in de veedichte gebieden (grids) is voor beide situaties duidelijk hoger dan elders. Te zien is een afname van de ammoniakdepositie in vrijwel grote delen van Nederland. De grootste afname vindt plaats in de vee-intensieve gebieden. In gebieden als Zeeland en Zuidelijk Zuid-Holland is er sprake van een toename. Voor de provincie Zeeland als geheel geldt dat er sprake is van een toename van zelfs ruim 20% en voor Noord-Holland van ruim 7% (tabel 4.19) ten opzichte van de basis (tabel 4.19). Gemiddeld voor geheel Nederland ligt de NH_3 -depositie voor de scenario variant slechts 8% ($65 \text{ mol ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$) lager dan bij de basis variant. Per provincie varieert dit van een toename van ruim 20% in Zeeland tot een reductie van 17% in Noord-Brabant. Wat dit voor een gevolgen heeft voor de overschrijding van de kritische depositie is niet nader onderzocht. Het wordt aanbevolen om in een eventueel vervolgonderzoek hier aandacht aan besteden.



Figuur 4.2 Berekende ammoniakdepositie in het basisjaar (links) en in het scenario (rechts) in mol/ha/jaar

Tabel 4.19 Berekende gemiddelde ammoniakdepositie voor het basisjaar en in het scenario (mol N ha⁻¹ jaar⁻¹)

Provincie	Gemiddelde NH ₃ depositie (mol ha ⁻¹ jaar ⁻¹)		Verandering t.o.v. basis (%)
	basisvariant	scenario	
Groningen	677,0	660,9	-2,4
Friesland	815,9	816,5	0,1
Drenthe	708,9	652,0	-8,0
Overijssel	1038,9	946,7	-8,9
Flevoland	545,3	546,7	0,3
Gelderland	980,3	864,3	-11,8
Utrecht	875,4	800,5	-8,6
Noord-Holland	432,5	465,0	7,5
Zuid-Holland	522,2	541,1	3,6
Zeeland	300,9	362,6	20,5
Noord-Brabant	1188,1	989,2	-16,7
Limburg	893,7	748,0	-16,3
Landelijk	810,5	745,5	-8,0

4.5 Conclusies

Ten aanzien van de toepassing is het volgende geconcludeerd:

- toepassing van het gecombineerde instrumentarium MAM en DRAM is goed uitvoerbaar. Gebruikmaken van bestaande sets van uitgangspunten (basis en scenario) is zinvol vanwege efficiency;
- de uitkomsten van de berekeningen zijn geldig voor de gehanteerde uitgangspunten welke deels gebaseerd zijn op de stand van zaken van het nieuwe mestbeleid in het voorjaar/zomer van 2004. Deels zijn uitgangspunten voor het scenario gefixeerd op het jaar 2002;
- de effecten van het beleid verondersteld in het scenario 50mg105/85 zijn een daling van de veestapel met 1-4%, in het bijzonder een daling van 10-14% van de varkensstapel. De daling van de varkensstapel wordt ingegeven door de naar verwachting grotere druk op de mestmarkt (minder vraag) waardoor voor een deel van de mest geen afzet is. De modelrestrictie op de export en verwerking van pluimveemest en de vuistregel dat bedrijven met een mestoverschot geen mest aanvoeren beïnvloeden deels de resultaten. De effecten op het grondgebruik zijn op nationaal niveau zeer gering. Dit komt doordat geen rekening wordt gehouden met mogelijke aanpassingen in het grondgebruik, ten einde de mestafzetmogelijkheden op het eigen bedrijf, in de eigen regio of buiten de eigen regio te maximaliseren. Er zijn regionale verschillen in de verandering van de veestapel geconstateerd die met name te verklaren zijn door de druk op de mestmarkt;
- een kleinere veestapel in het scenario leidt tot zowel een lagere mestproductie als een lagere ammoniakemissie ten opzichte van de basis. De ammoniakemissie daalt relatief sterker doordat niet alle mest geplaatst kan worden en daarom geëxporteerd wordt. De

aanwendingsemissie van deze mest telt daardoor niet mee voor de Nederlandse ammoniakemissie;

- door de geringere mestproductie en bemesting zal de bodembelasting met fosfaat en stikstof afnemen voor de meest gewassen, alleen niet-getelde grond wordt meer belast. Dit komt met name omdat in 2002 er niet genoeg mest was om ook alle niet-getelde grond van mest te voorzien;
- de inkomens op sectorniveau (opbrengsten minus variabele kosten ofwel bruto toegevoegde waarde) voor de primaire sectoren berekend in het scenario 50 mg105/85 variëren van +11% (vleesveehouderij) tot -23% (varkenshouderij) ten opzichte van de basis. Uitgezonderd de vleesveehouderij gaan de dierlijke sectoren erop achteruit. In deze berekening is buiten beschouwing gebleven de inkomsten uit mestacceptatie en de extra kunstmestkosten. De verandering in de inkomsten uit mestacceptatie worden geschat op ongeveer 80 miljoen euro. De effecten op inkomen zijn in de overschotregio's groter dan daarbuiten;
- de ruimtelijke variatie in de ammoniakemissiereductie (landelijk 8%) is groot. Per provincie varieert dit van een toename van ruim 20% in Zeeland tot een reductie van 17% in Noord-Brabant. Wat dit voor een gevolgen heeft voor de overschrijding van de kritische depositie is niet nader onderzocht. Omdat er duidelijk sprake is van een verschuiving in het ruimtelijk beeld, is het zeer relevant om in een vervolgonderzoek ook naar de overschrijding van de kritische depositie te kijken.

5. Discussie

In het navolgende worden een aantal tekortkomingen van de toegepaste methodiek besproken.

Op de eerste plaats is de vraag naar mest volledig exogeen in de economische analyse. Dit hangt samen met de opzet van MAM, waarin er geen feedback of terugkoppeling bestaat tussen de elementen die de vraag naar mest bepalen zoals grondgebruik, intensiteit van het grondgebruik en acceptatie van dierlijke mest en de mestprijs. In het bovenstaande is ook een alternatief voor de huidige toepassing MAM-DRAM besproken, waarin wel de vraag naar nutriënten door de gewassen en de mestprijs simultaan worden bepaald. De moeilijkheid met deze methode is het groeiend aantal variabelen en de kalibratie van de mestprijs op de waargenomen mestprijs.

Op de tweede plaats betreft de huidige analyse met name de effecten op korte termijn omdat bij de berekeningen wordt uitgegaan van bestaande bedrijfsstructuur en mestafzet op het eigen bedrijf op basis van eigen mest eerst. Daarnaast is het grondgebruik in het huidige MAM-DRAM-systeem praktisch constant. Op lange termijn kunnen de effecten op de landbouwstructuur en de economische effecten groter zijn, omdat dan alle kosten in rekening moeten worden gebracht en de hogere mestafzetkosten ertoe kunnen leiden dat er onvoldoende financiële middelen beschikbaar zijn voor vervangingsinvesteringen. De analyse in dit rapport is comparatief statisch van aard. Dat wil zeggen dat geen rekening wordt gehouden met dynamische effecten, zoals schaalvergroting en andere investeringen die verband houden met de veranderingen in beleid en die mogelijk leiden tot lagere productiekosten.

Op de derde plaats bestaat er veel onzekerheid omtrent het aanbodgedrag in de landbouw en het gedrag ten aanzien van de vraag naar dierlijke mest. In de combinatie MAM-DRAM wordt uitgegaan van aanbod-elasticiteiten en vraag-elasticiteiten. Aanbod-elasticiteiten geven aan hoeveel het aanbod verandert als de prijs van het eindproduct verandert. De aanbod-elasticiteiten die in dit onderzoek worden gebruikt zijn in eerste instantie theoretisch bepaald en daarnaast vergeleken met de literatuur (Helming, 2005). Om deze aanbod-elasticiteiten verder te onderbouwen zou gebruik kunnen worden gemaakt van kennis van experts of van andere instrumenten op het LEI (FES, APPROXI). Naar de vraag naar dierlijke mest is in het verleden onderzoek gedaan door Baltussen, e.a. (1993). Expliciete schattingen van de vraag prijs elasticiteit van mest zijn in de wetenschappelijke literatuur echter niet beschikbaar.

Op de vierde plaats is de combinatie van MAM-DRAM eenmalig doorlopen, dat wil zeggen dat de cyclus uitkomsten van MAM als input voor DRAM en andersom eenmaal is gedaan. Hierdoor zijn de effecten op de veestapel wellicht overschat. De mate waarin bovengenoemde effecten worden overschat hangt af van de snelheid waarmee de combinatie MAM-DRAM convergeert. Convergentie wil zeggen dat een extra cyclus MAM-DRAM geen invloed meer heeft op de uitkomsten. Als indicatie zouden we kunnen kijken naar het aandeel mestafzet op het eigen bedrijf zoals dat in de eerste ronde als input in DRAM wordt gebruikt (als input uit MAM). Een indicatie verkrijgen we als onderstaande tabel 5.1 wordt vergeleken met tabel 4.11. Daaruit blijkt dat het aandeel mestafzet op het eigen bedrijf in tota-

le mestafzet niet veel verschilt voor en na aanpassing landbouwstructuur (met name veestapel). Dat wordt natuurlijk verklaard doordat mestafzet op het eigen bedrijf sterk gebonden is aan de mest gebruiksnormen. Zoals te verwachten zitten de verschillen met name in het aandeel mestafzet naar export en verwerking in de vleesvarkenshouderij voor en na aanpassing van de landbouwstructuur. Hieruit kunnen we afleiden dat de effecten op het aantal vleesvarkens enigszins worden overschat, doordat geen volledige convergentie is nagestreefd.¹

Tabel 5.1 Aandeel mestafzetmogelijkheid per mestsoort vóór aanpassingen landbouwstructuur in het scenario 50mg105/85 (procenten)

	Eigen bedrijf	Eigen regio	Buiten eigen regio	Export	Verwerking	Totaal
Melkkoeien	82,9	12,7	4,4	0	0	100
Vleesvee	80,7	15,4	3,9	0	0	100
Vleeskalveren	32,6	28,7	20,4	3,6	14,7	100
Vleesvarkens	13,9	17,2	22,6	45,8	0,4	99,9
Fokzeugen	23,2	22,6	54	0,3	0	100,1
Leghennen/moederdieren	5,8	9,8	3,5	80,7	0,2	100
Vleeskuikens	11,7	3,4	0	84,8	0	99,9

De waarde van dierlijke mest is in MAM gelijk aan de waarde van de werkzame nutriënten met een correctie voor de kwaliteit van de mest. Daarnaast bevat dierlijke mest ook organische stof als waardevol bestanddeel, en de boer ontvangt soms ook geld puur voor het accepteren van mest. Met dat laatste is in de combinatie MAM-DRAM rekening gehouden doordat de mestprijs in de eigen regio en buiten de eigen regio een functie is van het mestoverschot. In de combinatie MAM-DRAM zit geen organische stofbalans, zodat geen rekening wordt gehouden met de bijdrage van dierlijke mest daaraan. Naar verwachting zullen de gevolgen van het meenemen van een organische stofbalans in de combinatie MAM-DRAM niet groot zijn omdat het organische stofgehalte in de diverse mestsoorten die naar de eigen regio of naar andere regio worden afgezet (varkens- en rundveemest) niet veel verschillend is.

In MAM kan het kunstmestgebruik worden berekend per gewas aan de hand van adviesgiften, informatie uit het Bedrijven-Informatienet van het LEI over gebruik en berekeningen van de dierlijke mestgift. In DRAM is het kunstmestgebruik afhankelijk van de behoefte (bemestingseis) en het dierlijk mestgebruik. In het model met endogene vraag naar mest en mestprijzen (paragraaf 3.2.2) is een kunstmestbalans beschreven waarbij het kunstmestgebruik afhankelijk is van de behoefte en de dierlijke mestgift. In de combinatie toegepast in het modelinstrumentarium MAM-DRAM is gekozen voor een eenvoudig oplossing, zonder bemestingseisen in DRAM. Extra kunstmestkosten kunnen worden berekend door MAM. In dit rapport is dit niet gedaan.

¹ Een globale test laat zien dat het aantal vleesvarkens met ongeveer 11,1% daalt als de aandelen in totale mestafzet uit tabel 4.11 als input wordt gebruikt in DRAM. Dit was 14,4% op basis van aandelen in tabel 5.1.

6. Conclusies en aanbevelingen

6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de conclusies van het onderzoek beschreven in het licht van de doelstellingen. De meerledige doelstelling voor het onderzoek luidt (zie ook hoofdstuk 1):

- een zodanige kennis van aspecten van de modelspecificaties van MAM en DRAM te verkrijgen en een zodanige procedure voor samenwerking tussen de modellen te ontwikkelen (via vergelijking uitkomsten, koppelen van door te rekenen varianten en dergelijke) dat berekeningen gelijktijdig uitgevoerd met MAM en DRAM rond mineralenbeleid in een artikel kunnen worden gepubliceerd zonder tot wetenschappelijke problemen te leiden;
- evalueren van de meerwaarde van de combinatie MAM-DRAM-OPS bij de beantwoording van een praktische beleidsvraag;
- inzicht verschaffen in de verwachte landbouwstructuur (aantallen dieren naar diersoort, grondgebruik) en de daarbij behorende milieudruk per regio onder het voorgestelde Nitraatbeleid.

In paragraaf 6.2 worden de conclusies beschreven en paragraaf 6.3 gaat in op enkele aanbevelingen voor verbetering van het instrument.

6.2 Conclusies

In het licht van doelstelling 1 kan worden geconcludeerd dat afstemming en combinatie van MAM en DRAM zo veel als mogelijk gerealiseerd is door een gedetailleerde overzicht van verschillen tussen en overeenkomsten van beide modellen.

De sterke punten van MAM zijn:

- gedetailleerde weergave van mesttransport;
- consistentie op het gebied van emissie van ammoniak uit dierlijke mest en beschikbaarheid van mineralen voor aanwending (koppeling van modellen);
- berekent overschotten op allerlei niveaus (bedrijf, gemeente, provincie, nationaal);
- mogelijkheden van export en/of verwerking van mest worden bepaald op basis van economische optimalisatie;
- het model is gevalideerd.

De sterke punten van DRAM zijn:

- complete en gedetailleerde beschrijving van de Nederlandse landbouwsector;
- gebaseerd op neo-klassieke economische theorie van het producenten gedrag, zodat uitkomsten eenvoudig zijn te interpreteren en communiceren;

- balansen van grond, quota, mest, jongvee, ruwvoer en een geselecteerd aantal finale landbouwproducten waarvoor prijzen en vraag en aanbod simultaan worden bepaald;
- verschillende type melkkoeien worden meegenomen waardoor technologieveranderingen mogelijk zijn afhankelijk van (schaduw)prijs veranderingen;
- regionale differentiatie landbouwproductie en verbruik van inputs in de landbouwsector;
- gedetailleerde weergave van bemestingseisen per gewas, technische restricties op gebruik dierlijke mest en mineralenbalansen over groepen gewassen mogelijk.

De verschillen tussen MAM en DRAM zijn:

- verschillen in definities van dieren en gewassen;
- verschillen in definities van regio's;
- verschillen in definities van mestsoorten;
- verschillen in mestafzetcategorieën binnen regio, met name de categorie mestafzet op het eigen bedrijf komt in MAM wel voor, maar niet in DRAM;
- landbouwstructuur en totale mestaanbod in een regio is exogeen in MAM en endogeen in DRAM.

MAM en DRAM gebruiken vaak dezelfde informatiebronnen. De afstemming van variabelen op detailniveau was niet efficiënt gezien de veelheid aan variabelen. Gebruikmakend van de output van MAM is een vereenvoudigd DRAM ontwikkeld waarbij de voordelen van de beide individuele modellen blijven bestaan.

Ten aanzien van de tweede doelstelling namelijk het evalueren van de meerwaarde van de combinatie MAM-DRAM-OPS bij de beantwoording van een praktische beleidsvraag kan het volgende worden geconcludeerd.

De mestafzet in MAM wordt bepaald door minimalisatie van de mestafzetkosten onder een groot aantal randvoorwaarden. Door de combinatie van DRAM en MAM is gebruikgemaakt van een vereenvoudigde versie van DRAM, waarin de vraag naar mest is komen te vervallen.

Een gecombineerd instrumentarium waarin de vraag naar mest en het aanbod van mest endogeen is, vraagt veel data en veel tijd voor kalibratie van mestprijzen. Daarentegen zijn effecten van veranderingen in de vraag naar mest op de prijs van mest wel gemodelleerd.

Gekozen is voor een instrumentarium met een gegeven vraag naar mest en mestprijzen vanwege het relatief eenvoudige model waarin de mestprijs automatisch gekalibreerd wordt op de vraag naar mest. Daarnaast is gekozen voor deze methode vanwege de beperkt beschikbare tijd en financiële middelen. Nadeel is dat er geen terugkoppeling plaatsvindt tussen de vraag naar mest en de mestprijs en dat er expliciet iets moet worden aangenomen over de vraagprijs elasticiteit van dierlijke mest.

De meerwaarde van het gecombineerde instrumentarium is dat de economische consequenties van de uitkomsten van MAM op een consistente manier worden geanalyseerd: economische effecten zijn direct af te leiden uit veranderingen in mestafzet en bijbehorende mestprijzen. Daarnaast zijn de effecten op de depositie berekend door het OPS-model en gebaseerd op de uitkomsten van MAM, op een consistente manier bepaald.

Ten aanzien van de toepassing en de derde doelstelling van het onderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- toepassing van het gecombineerde instrumentarium MAM en DRAM is goed uitvoerbaar. Gebruikmaken van bestaande sets van uitgangspunten (basis en scenario) is zinvol vanwege efficiency;
- de uitkomsten van de berekeningen zijn geldig voor de gehanteerde uitgangspunten welke deels gebaseerd zijn op de stand van zaken van het nieuwe mestbeleid in het voorjaar/zomer van 2004. Deels zijn uitgangspunten voor het scenario gefixeerd op het jaar 2002;
- de effecten van het beleid verondersteld in het scenario 50mg105/85 zijn een daling van de veestapel met 1-4%, in het bijzonder een daling van 10-14% van de varkensstapel. De daling van de varkensstapel wordt ingegeven door de naar verwachting grotere druk op de mestmarkt (minder vraag) waardoor voor een deel van de mest geen afzet is. De modelrestrictie op de export en verwerking van pluimveemest en de vuistregel dat bedrijven met een mestoverschot geen mest aanvoeren beïnvloeden deels de resultaten. De effecten op het grondgebruik zijn op nationaal niveau zeer gering. Dit komt doordat geen rekening wordt gehouden met mogelijke aanpassingen in het grondgebruik, ten einde de mestafzetmogelijkheden op het eigen bedrijf, in de eigen regio of buiten de eigen regio te maximaliseren. Er zijn regionale verschillen in de verandering van de veestapel geconstateerd die met name te verklaren zijn door de druk op de mestmarkt;
- een kleinere veestapel in het scenario leidt tot zowel een lagere mestproductie als een lagere ammoniakemissie ten opzichte van de basis. De ammoniakemissie daalt relatief sterker doordat niet alle mest geplaatst kan worden en daarom geëxporteerd wordt. De aanwendingsemisatie van deze mest telt daardoor niet mee voor de Nederlandse ammoniakemissie;
- door de geringere mestproductie en bemesting zal de bodembelasting met fosfaat en stikstof afnemen voor de meest gewassen, alleen niet-getelde grond wordt meer belast. Dit komt met name omdat in 2002 er niet genoeg mest was om ook alle niet-getelde grond van mest te voorzien;
- de inkomens op sectorniveau (opbrengsten minus variabele kosten ofwel bruto toegevoegde waarde) voor de primaire sectoren berekend in het scenario 50 mg105/85 variëren van +11% (vleesveehouderij) tot -23% (varkenshouderij) ten opzichte van de basis. Uitgezonderd de vleesveehouderij gaan de dierlijke sectoren erop achteruit. In deze berekening is vooralsnog buiten beschouwing gebleven de inkomsten uit mestacceptatie en de extra kunstmestkosten. De verandering in de inkomsten uit mestacceptatie worden geschat op ongeveer 80 miljoen euro. De effecten op inkomen zijn in de overschotregio's groter dan daarbuiten.

6.3 Aanbevelingen

Voor het vervolg worden de volgende aanbevelingen gedaan:

- gezien de complexiteit van de relatie tussen mestprijs en mestvraag, verdient het aanbeveling om mestacceptatie af te laten hangen van het scenario. Deze werkwijze is vergelijkbaar met de huidige werkwijze op bedrijfsniveau (Van der Kamp (ed.) 2002, Luesink et al., 2004);

- voor een verdere toenadering van de modellen MAM en DRAM dienen de definities van dieren en gewassen in MAM en DRAM verder te worden afgestemd;
- gewenst is meer gedetailleerde informatie over mest- en mineralenproductie per type melkkoe zodat DRAM van betere uitgangspunten wordt voorzien;
- onderzocht zou moeten worden wat een verdere verfijning van DRAM richting bedrijfsniveau of (homogene) groepen van bedrijven oplevert;
- exportvraag en import-aanbod van jongvee expliciet modelleren. Nu wordt er gewerkt met een bovengrens aan de export en import van jongvee. Dit kan leiden tot grote prijs-schommelingen van jongvee en extreme inkomenseffecten;
- de huidige combinatie MAM-DRAM geeft mogelijke economische effecten van het mestbeleid op de korte termijn wanneer grondgebruik praktisch constant is. Verder uitwerken van MAM-DRAM model met endogene mestprijzen, zoals beschreven in vergelijkingen (1) tot en met (4) biedt de mogelijkheid om het grondgebruik te endogeniseren in samenhang met de mestprijs;
- originele versie van DRAM meer betrekken bij vragen omtrent sociaal-economische effecten van het mestbeleid. Op deze wijze kan tegemoet gekomen worden aan vragen op het gebied van mestvraag en mestprijs. Daarnaast kan in DRAM rekening worden gehouden met autonome ontwikkelingen en veranderingen in het Gemeenschappelijk LandbouwBeleid (GLB), zie onder andere de Bont et al. (2003) en Berkhout et al. (2003);
- DRAM is een comparatief statisch model. Uitkomsten gelden voor de korte tot middellange termijn (3 à 4 jaar). Dynamiseren van DRAM laat toe om ook de effecten op het regionale aanbod op de lange termijn te analyseren;
- om het vraag- en aanbodgedrag in de combinatie MAM-DRAM verder te onderbouwen is meer onderzoek naar aanbodgedrag in de landbouw en vraag-prijselasticiteit van dierlijke mest gewenst. Dit kan onder andere door gebruik te maken van kennis van experts en door samenwerking met andere modellen.

Literatuur

Adams, J.H.A.N., G.B.C. Backus, J.F.M. Helming, A.W. Vermeer en H. van Zeijts, *Herstructurering intensieve veehouderij in het zuidelijk zandgebied (NUBL); effecten van beleidsvarianten*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen, 1996.

Bakker, Th.M., *Eten van eigen bodem. Een modelstudie*. Proefschriften uit het LEI no. 1. LEI, Den Haag, 1985.

Baltussen, W.H.M., A.F. van Gaasbeek, C.H.G. Daatselaar, H.H. Luesink en J.G.M. Thelosen, *Marktonderzoek naar binnenlandse afzet van dierlijke mest*. Publicatie 3.155. LEI, Den Haag, 1993.

Berkhout, P., S. van Berkum, J.F.M. Helming, M. Lips en J.C.M. van Meijl, *Herziening van de suikemarktordening? Mogelijke gevolgen voor Nederland en de EU*. Rapport 6.03.13. LEI, Den Haag, 2003.

Bont, C.J.A.M. de, J.F.M. Helming en J.H. Jager, *Hervorming Gemeenschappelijk Landbouwbeleid 2003; Gevolgen van de besluiten voor de Nederlandse landbouw*. Rapport 6.03.15. LEI, Den Haag, 2003.

Bruggen, C. van, Persoonlijke mededeling. Voorburg, CBS, 2004.

CBS, *Productie van mest en mineralen 1994-1999*. 2001. Statline: www.cbs.nl

Commissie van Deskundigen Meststoffenwet, *Protocol en uitgangspunten voor berekening landelijk mestoverschot onder een stelsel van gebruiksnormen*. September 2004.

Dekker, Mondelinge mededeling, 2001.

Dijk, W. van, *Adviesbasis voor de adviesbemesting voor akker- en vollegronds groentegewassen*. Publicatie nr. 95. Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw en de Vollegronds groenteteelt, 1999.

Groenwold, J., D. Oudendag en H.H. Luesink, *Technische handleiding Mest- en Ammoniakmodel*. Versie 1.0. LEI, Den Haag, 2001.

Groenwold, J., D. Oudendag, H. Luesink, G. Cotteleer en H. Vrolijk, *Het Mest- en Ammoniakmodel*. Rapport 8.02.03. LEI, Den Haag, 2002.

Haag, D.M., *Oppervlakte landbouwgrond in Nederland, een vergelijking van de oppervlakte landbouwgrond volgens de LBT en volgens bodemstatistieken*. CBS, Voorburg, 2000.

Helming, J.F.M., *A regionalized Agri-Environmental model of Dutch agriculture; Model description and applications*. Edinburgh; Paper presented at the VIII EAAE Congress, September 3rd-7th, 1996.

Helming, J.F.M., *Mogelijke ontwikkelingen van landbouw en milieu bij strenger milieubeleid voor de Nederlandse landbouw*. Publicatie 1.30. LEI-DLO, Den Haag, 1997.

Helming, J., *Integrale systeemanalyse stikstof in relatie tot kosteneffectiviteit van beleidsmaatregelen - afstemming en stroomlijning van het MAM model met het DRAM model*. Concept werkplan, 30 juni 2003.

Helming, J.F.M., *A model of Dutch agriculture based on Positive Mathematical Programming with regional and environmental applications*. PhD thesis Wageningen University, 2005.

Helming, J.F.M., *A model of Dutch agriculture based on Positive Mathematical Programming with regional and environmental applications* (in voorbereiding). LEI, Den Haag, 2005.

Hiethaar, J.F.H., *Persoonlijke mededelingen: stalsystemen LBT 2004 en eigendom en pacht*. CBS, Voorburg, 2003.

Hoop, D.W. de (ed.), *Effecten van beleid op mineralenmanagement en economie in de landbouw; een deelstudie in het kader van Evaluatie Mestbeleid 2002*. Rapport 3.02.02. LEI, Den Haag, 2002.

Hoop, D.W. de, F.B. Hubeek en J.W. van der Schans, *Evaluatie van Mestafzetovereenkomsten en dierrechten*. Rapport 3.04.03. LEI, Den Haag, 2004a.

Hoop, D.W. de, H.H. Luesink, H. Prins, C.H.G. Daatselaar, K.H.M. van Bommel en L.J. Mokveld, *Effecten in 2006 en 2009 van Mestackoord en nieuw EU-Landbouwbeleid*. Rapport 6.04.23. LEI, Den Haag, 2004b.

Horne, P.L.M. van, P.J.W. ten Have, R. Hoste en P.J.L. Derikx, *Energieverbruik en kosten van afzet en verwerking van mest*. Onderzoeksverslag 136. LEI-DLO, Den Haag, 1995.

Hove, B. van, *Koppeling van INITIATOR met het OPS-model voor de berekening van de ammoniakdepositie*. Alterra, Wageningen, concept bijlage voor rapport INITIATOR, 2004.

Howitt, R., *Optimization Model Building in Economics*. Department of Agricultural Economics, University of California, Davis, 2002.

<http://www.agecon.ucdavis.edu/facultypages/howitt/252notes.pdf>

Howitt, R.E., Positive Mathematical Programming. American Journal of Agricultural Economics, 77: 329-342, 1995.

IKC-V, *Kwantitatieve Informatie veehouderij 1993-1994*. Publicatie nr. 6-93. IKC-V, Ede, 1993.

IKC-agv, *Kwantitatieve informatie voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond 1995*. Publicatie nr. 75. IKC-agv, Lelystad, 1994.

Kamp, A. van der (ed.), *Verkenning gevolgen van verliesnormen: technisch, economisch en maatschappelijk*. PV, PPO, LEI, Wageningen UR en CPB, 2002.

LNV, *Brief aan de Tweede Kamer inzake Mestbeleid vanaf 2006*. Kenmerk DL.2004/1608. Den Haag, Ministerie van LNV, 2004.

Luesink, H.H., *Verkenning infrastructurele voorzieningen in 2000 voor mestafzet*. Onderzoeksverslag 103. LEI, Den Haag, 1993.

Luesink, H.H., *Verantwoording door LEI uitgewerkte uitgangspunten voor MB99*. Concept notitie. LEI, Den Haag, 2000.

Luesink, H.H., *Acceptatie van dierlijke mest per gewasgroep in 1996, 1997, 1998 en 1999*. Reeks Milieuplanbureau 20. LEI, Den Haag, 2002.

Luesink, H.H., *Ammoniakemissie op het niveau van 5*5 km voor 2000*. Concept verslag. LEI, Den Haag, 2003.

Luesink, H.H., *Ammoniakemissie op het niveau van 5*5 km voor 2000*. Concept verslag. LEI, Den Haag, 2003.

Luesink, H.H., C.H.G. Daatselaar, G.J. Doornewaard, H. Prins en D.W. de Hoop, *Sociaal-economische effecten en nationaal mestoverschot bij varianten van gebruiksnormen; Studie in het kader van Evaluatie Meststoffenwet 2004*. Rapport 3.04.08. LEI, Den Haag, 78p, 2004.

Mandersloot, F., *Bedrijfseconomische gevolgen beperking stikstofverliezen op melkveebedrijven*. Rapport nr. 13. Proefstation voor de rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad, 1992.

Mokveld, L., *Verantwoording voor de door LEI uitgewerkte uitgangspunten voor de MB04*. Interne Notitie. Den Haag, LEI, 2004.

Mulder, M. (red.), T.L.J. Janssen (red.), E.M.A. Balk-Spruit, J.S. Buurma, S.R.M. Janssens, C. Ploeger en C.O.N. de Vroomen, *Eenjarige opengrondsteelten 1996-2000. Een visie op akkerbouw, opengrondsgroente-, bloembollen- en opengrondsbloementeel*. Onderzoeksverslag 145. LEI-DLO, Den Haag, 1996.

Oenema, O., G.L. Velthof, N. Verdoes, P.W.G. Groot Koerkamp, G.J. Monteny, A. Bannink, H.G. van der Meer en K.W. van der Hoek, *Forfaitaire waarden voor gasvormige stikstofverliezen uit stallen en mestopslagen*. Alterra-rapport 107, gewijzigde druk. Wageningen, 2000, 186 pp.

Oudendag, D.A., *Reductie van ammoniakemissie. Mogelijkheden en kosten van beperking van ammoniakemissie op nationaal en regionaal niveau*. Onderzoeksverslag 102. LEI-DLO, Den Haag, 1993.

Oudendag, D.A. en H.H. Luesink, Niet gepubliceerd rapport, 1997.

Oudendag, D.A. en J.H.M. Wijnands, *Beperking van ammoniakemissie uit dierlijke mest; een verkenning van mogelijkheden en kosten*. Onderzoeksverslag 56. Landbouw-Economisch Instituut, Den Haag, 1989.

Schroder, J.J., H.F.M. Aarts, M.J.C. de Bode, W. van Wijk, J.C. van Middelkoop, M.H.A. de Haan, R.L.M. Schils, G.L. Velthof en W.J. Willems, *Gebruiksnormen bij verschillende landbouwkundige en milieukundige uitgangspunten*. Wageningen, Plant Research International B.V., rapport 79, 2004.

Staalduinen, L. van et al., *Het landelijk mestoverschot 2003; Methodiek en berekening. Permanente Commissie van Deskundigen Mest- en Ammoniakproblematiek*. Reeks milieuplanbureau 15. LEI, Den Haag, 2001.

Staalduinen, L.C. van, H. van Zeijts, M.W. Hoogeveen, H.H. Luesink, T.C. van Leeuwen, H. Prins en J.G. Groenwold, *Het landelijk mestoverschot 2003. Methodiek en berekening*. Reeks Milieuplanbureau 15. Wageningen, 2001.

Staalduinen, L. van, M.W. Hoogeveen, H.H. Luesink, G. Cotteleer, H. van Zeijts, P.H.M. Dekker en C.J.A.M. de Bont, *Actualisering landelijk mestoverschot 2003. Permanente Commissie van Deskundigen Mest- en Ammoniakproblematiek*. Reeks milieuplanbureau 18. LEI, Den Haag, 2002.

Staalduinen, L.C. van, M.W. Hoogeveen, H.H. Luesink, G. Cotteleer, H. van Zeijts, P.H.M. Dekker en C.J.A.M. de Bont, *Actualisering landelijk mestoverschot 2003*. Reeks Milieuplanbureau 18. Wageningen, 2002.

Tamminga, S., A.W. Jongbloed, M.M. van Eerdt, H.F.M. Aarts, F. Mandersloot, N.J.P. Hoogervorst en H. Westhoek, *De forfaitaire excretie van stikstof door landbouwhuisdieren*. Lelystad, ID-Lelystad, no 00-2040R, 2000, 71 p.

Werkgroep Uniformering Berekening Mest- en Mineralencijfers, Redactie M.M. van Eerdt. Standaardcijfers rundvee, schapen en geiten, 1990 t/m 1992, 1994a.

Wijnands, J.H.M. en H.H. Luesink, *Een economische analyse van transport en verwerking van mestoverschotten in Nederland*. Onderzoeksverslag 12. LEI, Den Haag, 1984.

Bijlage 1 Overeenkomsten van en verschillen tussen MAM en DRAM

B1.1 Inleiding

In de bijlage wordt de nadruk gelegd op de overeenkomsten en verschillen tussen MAM en DRAM. Vervolgens komen beide modellen zelf in beeld. Hierbij zal een korte beschrijving en de sterke en zwakke punten van de modellen worden gegeven. Vervolgens zullen de verschillende invoervariabelen naast elkaar worden gezet en vergeleken worden. Van iedere variabele wordt dan beschreven wat de specifieke kenmerken zijn en waar de gegevens vandaan komen. De werkwijze licht de werking van de beide modellen op onderdelen toe. In de discussie wordt ten slotte nader ingegaan op de overeenkomsten en de verschillen bij de invoervariabelen.

B1.2 Beschrijving van de modellen

De beschrijvingen van MAM en DRAM komen uit Helming (2005) en Groenwold et al. (2002) en zijn, indien nodig, geactualiseerd. Van de modellen zal naast een beschrijving ook het doel en de sterke en zwakke punten van het model worden besproken.

Mest- en ammoniakmodel

Doelstelling

In het mest- en ammoniakmodel worden de volgende vijf achtereenvolgende processen onderscheiden (figuur B1.1):

- de productie van mest door dieren (mestproductie);
- de ruimte voor het gebruik van dierlijke mest (mestruimte);
- het saldo van de productie en ruimte (mestoverschot);
- het transport van mest voor gebruik of opslag elders en (mesttransport);
- de mineralenbelasting van de bodem (bodembelasting).

De berekening van de mestproductie, mestruimte en mestoverschot vindt op bedrijfsniveau plaats, het mesttransport op regioniveau en de bodembelasting op gemeenteniveau.

De ammoniakemissie uit stal, opslag en in de weide bij weidend rundvee wordt berekend bij de productie van mest de ammoniakemissie bij aanwending van dierlijke mest bij de bodembelasting. Het doel van het mesttransport proces waaronder ook verwerking valt is het berekenen van de optimale afzet van mestoverschotten tegen de laagste kosten.

Theoretische achtergrond

Het regionale mestoverschot wordt bepaald door het overschot van individuele bedrijven te aggregeren. Het mestoverschot op bedrijfsniveau wordt bepaald door het af te voeren volume

te minimaliseren. Om vervolgens het regionale mestoverschot af te zetten, wordt verondersteld dat het individuele belang samen valt met het nationale belang. De mestopbrengstprijzen, worden bepaald door de mineraleninhoud van de mest en het gewas waar op bemest wordt.

Methode en plaatsbepaling

Het mest- en mineralenoverschot, na correctie voor emissie van ammoniak in de stal, opslag of weide wordt berekend op bedrijfsniveau. De resultaten op bedrijfsniveau worden vervolgens geaggregeerd naar de 31 modelgebieden. Minimalisatie van nationale transport- en verwerkingskosten vindt plaats met behulp van lineaire programmering. Het model simuleert de uitgangssituatie met wisselende randvoorwaarden.

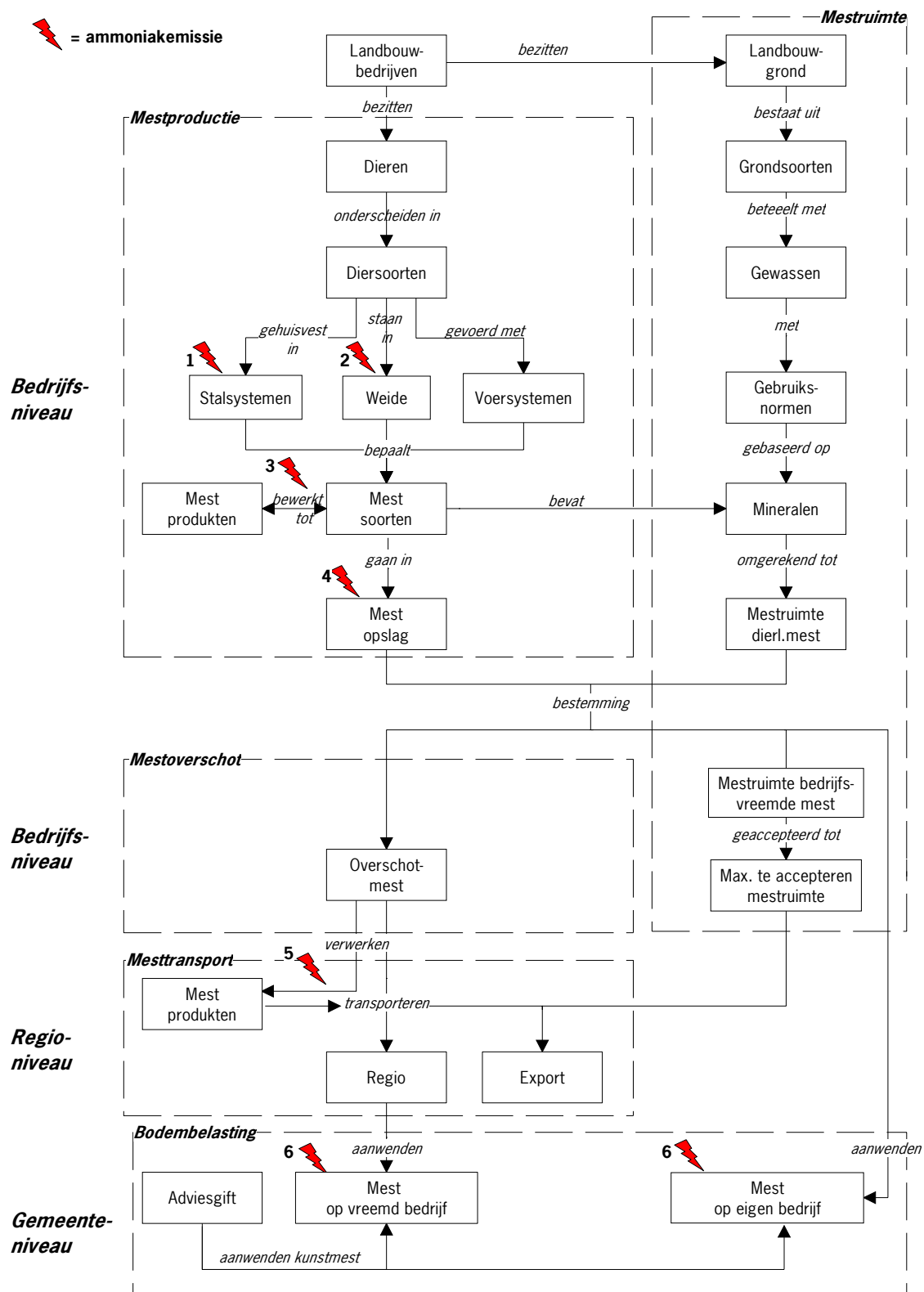
Beschrijving van het model

Algemeen

Op het terrein van de mest- en mineralenproblematiek zijn al in 1983 technisch-economische modellen ontwikkeld (Wijnands en Luesink, 1984). Deze gaan in op ontwikkelingen in de veehouderijsector, de technische ontwikkeling op het terrein van transport- en ver(be)werking van mest, ontwikkelingen in het beleid en het onderzoek. In de loop van de tijd zijn deze modellen uitgebreid, verder ontwikkeld en aangepast aan de nieuwe omstandigheden. Zo is naast de bestaande mestmodellen het ammoniakmodel ontwikkeld (Oudendag en Wijnands, 1989; Oudendag, 1993). Eind jaren negentig zijn de toenmalige modellen voor mest en ammoniak volledig herzien tot het Mest- en ammoniakmodel (MAM) (Groenwold et al., 2002).

De mestproductie (figuur B1.1) vindt plaats op *landbouwbedrijven* waar landbouwhuisdieren worden gehouden. Deze *dieren* produceren verschillende *mestsoorten* waarbij ammoniak vrijkomt. Hoeveel ammoniak er vrijkomt, is afhankelijk van diersoort, voersysteem en standplaats van de *dieren*. De *mestsoorten* wordt voor zover mogelijk op de eigen *landbouwgrond* aangewend. De hoeveelheid te plaatsen mest op het eigen bedrijf is afhankelijk van het areaal *landbouwgrond* en de hoeveelheid mest die volgens de toedieningsnormen per hectare mag worden aangewend en de zogenaamde *mestruimte*. De toedieningsnormen zijn grotendeels gebaseerd op literatuur over adviesgiften (PR, 1998). Het niveau van de mestproductie en mestruimte van het bedrijf bepaalt het *aanwenden op eigen bedrijf* en welk deel van de mest als *overschotmest* wordt beschouwd. Bij het aanwenden van *mest op eigen bedrijf* komt opnieuw ammoniak vrij. Indien de *mestruimte* niet volledig is benut, dan kan er op dat bedrijf nog mest van andere bedrijven worden geplaatst, de zogenaamde *mestruimte bedrijfsvreemde mest*. Hoeveel bedrijfsvreemde mest er op dat bedrijf daadwerkelijk nog kan worden afgezet, is afhankelijk van de acceptatiegraad. De acceptatiegraad is dat deel van de *mestruimte bedrijfsvreemde mest* dat maximaal opgevuld mag worden met bedrijfsvreemde mest.

De *overschotmest* wordt getransporteerd naar andere bedrijven binnen of buiten de eigen *regio* of is bestemd voor *export*. Het transport van *overschotmest* wordt geoptimaliseerd door de kosten van distributie, export en verwerking te minimaliseren. Mest met lage mineralengehalten wordt daardoor minder ver getransporteerd dan mest met hoge mineralengehalten. De *overschotmest* die in of buiten de eigen *regio* wordt getransporteerd, wordt op een ander



Figuur B1.1 Mest- en ammoniakmodel

landbouwbedrijf aangewend (*mest op vreemd bedrijf*). Bij *mest op vreemd bedrijf* komt op-nieuw ammoniak vrij. Vervolgens wordt met de resultaten van de aangewende hoeveelheid dierlijke mest, kunstmestgiften uit het Bedrijven-Informatienet van het LEI (het Informatie-net) en de bemestingsadviesgiften de kunstmestgift berekend.

Gedrag

Parameters die vraag en aanbod naar en van dierlijke mest bepalen, worden exogeen aan het model opgelegd. Gedrag speelt een ondergeschikte rol in het model.

Tijdshorizon

Statisch. Door veronderstellingen te maken over technische ontwikkeling of uit te gaan van bepaalde scenario's kunnen de scenario's doorgerekend worden voor willekeurige jaren in willekeurige stappen.

Technische ontwikkeling

Technologische ontwikkelingen worden van buiten het model opgelegd.

Marktomgeving

Markten spelen geen rol in het model.

Beleidsomgeving

Het model geeft inzicht in de korte termijneffecten van verplichte aanpassingen als stalaanpassingen, afdekken van mestsilo's en emissiearm aanwenden op de nationale transport- en verwerkingskosten. Het model beschikt over zeer gedetailleerde informatie omtrent stalaanpassingen en ver- en bewerkingskosten van dierlijke mest bij verschillende technische mogelijkheden.

Toepassingsmogelijkheden

Het mest- en ammoniakmodel en haar voorgangers worden toegepast voor uiteenlopende doeleinden. Zo worden ze vaak gebruikt bij beleids(evaluerend)onderzoek. Het is onder andere ingezet bij de actualisatie van het landelijk mestoverschot 2003 (Staalduinen et al., 2002), evaluatie van mestafzetovereenkomsten en dierrechten (De Hoop et al., 2004a) en effecten in 2006 en 2009 van Mestackoord en nieuw EU-Landbouwbeleid (De Hoop et al., 2004b).

Ten behoeve van berekeningen van de fosfaatverzadigingstoestand van mestoverschotgebieden (Staring Centrum-DLO; nu Alterra), zijn de mestmodellen ingezet om de fosfaatbelasting van de bodem na 1970 met dierlijke mest te berekenen.

Via een samenwerkingsverband met het RIVM participeert het LEI met het mest- en ammoniakmodel in de berekeningen voor de Milieu Toekomstverkenningen, de jaarlijkse Milieubalansen en de Emissie Registratie van VROM.

Daarnaast wordt het model ook voor meer specifieke onderwerpen ingezet. Zo zijn voor de provincie Zuid-Holland mineralenbalansen gemaakt voor verschillende gewasgroepen voor verschillende nutriënten. Dit is gebeurd op gemeenteniveau, op deelgebiedniveau en voor de provincie als geheel. Voor andere provincies (Noord-Brabant, Gelderland en Noord-Holland) is het model ingezet om de mestoverschotten te evalueren en om toekomstverkenningen te doen voor de mestsituatie op provinciaal en regionaal niveau.

Resultaat model

Het model berekent de ammoniakemissie en mest- en mineralenoverschotten op allerlei niveaus. Het geeft vervolgens inzicht in mogelijke veranderingen in nationale transport- en verwerkingskosten als gevolg van veranderingen in regionale mestoverschotten.

Sterke punten MAM:

- gedetailleerde weergave van mesttransport;
- consistentie op het gebied van emissie van ammoniak uit dierlijke mest en beschikbaarheid van mineralen voor aanwending (koppeling van modellen);
- berekent overschotten op allerlei niveaus (bedrijf, gemeente, provincie, nationaal);
- mogelijkheden van export en/of verwerking van mest worden bepaald op basis van economische optimalisatie;
- het model is gevalideerd.

Zwakke punten model:

- geen feedback tussen de geproduceerde hoeveelheid mest en de gevraagde hoeveelheid mest; het aantal dieren en de excretie per dier worden buiten het model bepaald;
- gedragsrelaties spelen een ondergeschikte rol in het model;
- beleidsveranderingen kunnen niet altijd een op een worden ingevoerd in het model (vergelijk Minas en uitspoelingsgevoelige gronden);
- exogene variabelen kunnen niet altijd rechtstreeks worden ingelezen, maar moeten handmatig worden ingevoerd. Dit kan resulteren in fouten in de invoer.

Dutch Regionalised Agricultural Model

Doelstelling

In zijn algemeenheid is het doel van DRAM het analyseren van ontwikkelingen en verduidelijken van samenhangen binnen de agrarische sector op nationaal en regionaal niveau. Het gebruik van productiefactoren, het niveau van de agrarische productie, de verdeling van de productie over regio's, de emissie van mineralen, het gebruik van bestrijdingsmiddelen en het agrarische inkomen worden in hun onderlinge samenhang weergegeven (Helming, 1996).

Theoretische achtergronden

Het model kan worden gekarakteriseerd als een ruimtelijk evenwichtsmodel. Het gaat uit van de neoklassieke economische theorie waarin producenten streven naar zoveel mogelijk winst gegeven markten met volledige mededinging. Dit komt overeen met welvaartsmaximalisatie waarbij welvaart wordt gedefinieerd als de som van het producentensurplus en het consumentensurplus.

Methode en plaatsbepaling

Mathematische programmering. Naast het onafhankelijke bedrijfsmodel kan DRAM worden gezien als een simultaan-evenwichtsmodel.

Beschrijving van het model

Algemeen

DRAM is een regionaal, multisectoraal, comparatief statisch, partieel evenwichtsmodel van de Nederlandse landbouw. In het navolgende zal dit worden uitgelegd. De individuele bedrijven in de landbouwsector worden geaggregeerd naar 14 regio's. Een regio wordt gezien als een boerderij die de beschikking heeft over alle productiefactoren van de individuele bedrijven. Door de regionale differentiatie hebben we de mogelijkheid om rekening te houden met de eventueel aanwezige regionale prijsverschillen (mest, grond, enzovoort).

Multisectoraal wil zeggen dat er meerdere activiteiten in het model worden onderscheiden die gezamenlijk kunnen worden geaggregeerd naar verschillende sectoren. Het model maakt onderscheidt naar de grondgebonden veehouderij, de niet-grondgebonden veehouderij, de akkerbouw en de vollegrondsgroente- en bloembollenteelt. De activiteiten in de grondgebonden veehouderij betreffen melkkoeien (inclusief jongvee), vleesstieren en vleesvaarsen. De activiteiten in de niet-grondgebonden veehouderij betreffen zeugen, vleesvarkens, slachtkuikenmoederdieren, vleeskuikens, leghennen en vleeskalveren. In de akkerbouw en vollegrondsgroente- en bloembollenteelt worden 12 gewasactiviteiten onderscheiden.

Comparatief statisch wil zeggen dat we uitgaan van een evenwicht in een bepaalde basissituatie. Veranderingen in de allocatie van productiefactoren worden gestuurd door veranderingen in concurrentievoordelen van regio's en activiteiten, wat uiteindelijk zal leiden tot een nieuw evenwicht, zonder dat meteen duidelijk is op welke termijn dit nieuwe evenwicht tot stand zal komen en via welke weg.

Partieel evenwicht wil zeggen dat er geen wisselwerking bestaat tussen ontwikkelingen op agrarische markten en ontwikkelingen in de rest van de economie.

Gedrag

DRAM gaat uit van winstmaximaliserend gedrag van de regionale producent. In de doelfunctie optimaliseert de producent de opbrengsten minus non-factorkosten.

Tijdshorizon

Middellange termijn comparatief statisch.

Technologische ontwikkeling

De technologische ontwikkeling is exogeen. Wel wordt er met name in de melkveehouderij een range aan technische mogelijkheden verondersteld. In de overige sectoren kan optioneel een range van technische mogelijkheden worden aangegeven. De aggregatie van individuele bedrijven naar één regionaal bedrijf brengt met zich mee dat verondersteld wordt dat deze range van technische mogelijkheden op alle in een sector aanwezige bedrijven gehaald kan worden.

Marktomgeving

Vraagprijselasticiteiten naar eindproducten zijn in het model expliciet gedefinieerd. Impliciet worden vraagprijselasticiteiten meegenomen voor grondstoffen als krachtvoer, bestrijdingsmiddelen, kunstmest, arbeid, grond en overige productiemiddelen. Het aanbod van grondstoffen van buiten de agrarische sector wordt volledig elastisch verondersteld. Dat wil

zeggen dat grondstofaanbod niet afhankelijk is van de prijs. Prijzen van interne leveringen (mest, jongvee, ruwvoer) worden op basis van vraag en aanbod binnen het model bepaald. Exportvraag en importaanbod van eindproducten worden niet gespecificeerd. Voor interne leveringen geldt dat er grenzen zijn gesteld aan de hoeveelheid die tegen vaste prijzen kan worden geëxporteerd en de hoeveelheid die tegen vaste prijzen kan worden geïmporteerd.

Beleidsomgeving

Effecten van nationale of regionale regelgeving, van toepassing op alle landbouwbedrijven, kan met behulp van het model worden doorgerekend.

Toepassingsmogelijkheden

In het verleden is het model onder andere toegepast om de mogelijkheden van een autarkische agribusiness in Nederland te onderzoeken en om de effecten van productiebeheersing in de melkveehouderij op landbouw, natuur en milieu te onderzoeken. Het model heeft een lange historie en is continu in ontwikkeling. Hiermee onderscheidt het model zich niet van sectormodellen in andere landen. Na een belangrijke herziening van het model is het recentelijk ingezet in een studie naar de ontwikkelingsmogelijkheden van eenjarige opengrondsteelten tot het jaar 2000 (Mulder et al., 1996), een studie naar de ontwikkelingsmogelijkheden van de intensieve veehouderij in het Zuidelijk Zandgebied (Adams et al., 1996) en een studie naar de gevolgen van strengere milieueisen voor de Nederlandse landbouw (Helming, 1996, 1997).

Resultaat model

Het model berekent het gebruik van productiefactoren, het niveau van de agrarische productie, de verdeling van de productie en productiefactoren over de regio's, de emissie van mineralen, het gebruik van bestrijdingsmiddelen en het agrarische inkomen onder wisselende randvoorwaarden.

Sterke punten model

- Het model is theoretisch gefundeerd.
- Het model is geschreven in GAMS, een goed leesbare en veelgebruikte programmeeromgeving op het gebied van sectormodellen.
- Het model maakt gebruik van regionale differentiatie. Het introduceren van regio's in sectormodellen is een belangrijke stap in het verbeteren van het realiteitsgehalte van het sectormodel.
- Het model is gedeeltelijk gekalibreerd voor regionaal grondgebruik in de periode 1990/1991-1992/1993.
- Het model beschrijft de gehele primaire landbouw in een consistent raamwerk.

Zwakke punten model

- Het model maakt te veel gebruik van 'flexibility constraints'.
- Het model gaat uit van evenwicht.
- Methodologische documentatie is beperkt aanwezig.
- Systeemdocumentatie is niet aanwezig. Naast de onderzoeker kunnen leken nauwelijks aan de gang met het model.

Tabel B1.1 Overzicht van de gezamenlijke variabelen voor MAM en DRAM en de bronnen voor de variabelen

Variabelen	Bronnen		Opmerkingen
	MAM	DRAM	
Sectoren	CBS	CBS	In MAM kan per onderzoek worden bepaald welke sectoren worden meegenomen. In DRAM worden de glastuinbouw, fruitteelt en boomkwekerij buiten beschouwing gelaten.
Grond	CBS/RIVM/ BIN a)	CBS/BIN	DRAM komt tot andere oppervlakten cultuurgrond, omdat b.v. braakland, niet-getelde grond, fruitteelt en boomkwekerijen niet worden meegenomen, terwijl MAM dit wel doet en/of kan doen. In MAM kunnen de verhoudingen van de verschillende grondsoorten per gemeente van het RIVM gebruikt worden. De grondsoorten in DRAM komen uit het BIN.
Gewassen	CBS	CBS	DRAM onderscheidt 13 akkerbouwgewassen, bij MAM is dat aantal facultatief.
Dieren	CBS	CBS/BIN	DRAM berekent het aantal stuks jongvee per melkkoe vanuit het IN.
Huisvesting	CBS		
Mest:			
- volume	CBS/WUM	CBS/IKC-V b)	In MAM worden de meest recente cijfers gebruikt.
- mineralenexcretie	CBS/WUM	CBS/WUM c)/ Mandersloot d)	In DRAM komt de mineralen excretie van melkkoeien uit Mandersloot (1992), van het jongvee uit WUM (1994a) en van de andere dieren van het CBS (1996) en WUM (1994b/ c). In MAM worden de meest recente cijfers gebruikt.
- werkzame deel mineralen	Van Staalduinen (2001)	Van Staalduinen (2001)	
-aanwendingskosten	Luesink (1993)	Oudendag en Luesink(1997)	
- transport			
* afstanden	Wijnands en Luesink (1984)	Bakker (1985)	
* kosten	Van Horne (1995)	Luesink (1993)	
- export	CBS/BHF/BMA	CBS/BHF/BMA	
- verwerking	CBS/BMA		In DRAM wordt alleen mest van vleeskalveren verwerkt.
Kunstmest			
- gebruik	BIN/kunstmest-statistieken LEI	BIN	
- prijzen	LEI		
Bemestingsadvies	Van Dijk (1999)	IKC-V (1993?)/ IKC-agv (1994)	
Dierlijke mestgift	Van Staalduinen (2001:126-127)	BIN/De Hoop (2002)	
Acceptatiegraden	BIN/CBS/enquête/ APPROXI	BIN	
Ammoniakemissie	RIVM		

a) Het Informatienet van het LEI; b) KWIN-veehouderij 1993-1994; c) Standaardcijfers rundvee, schapen en geiten, 1990 t/m 1992. Standaardcijfers varkens 1990 t/m 1992. Standaardcijfers pluimvee, pelsdieren en konijnen, 1990 t/m 1992; d) Rapport nr. 13, PV, 1992.

- Het model neemt de verschillen tussen de bedrijven niet mee. Ook beleid gericht op bepaalde bedrijfsgroepen kan niet gemakkelijk worden meegenomen.
- Tuinbouw zit beperkt in het model.

B1.3 Invoer variabelen

Het Mest- en ammoniakmodel (MAM) en het Dutch Regionalised Agricultural Model (DRAM) hebben een grote overlap in de benodigde variabelen. MAM kan worden voorzien van gegevens uit iedere gewenste bron, afhankelijk van de eisen van de opdrachtgever. In tabel B1.1 wordt een overzicht gegeven van alle gezamenlijke variabelen en wordt tevens de bron voor de variabele per model gegeven. Voor MAM worden veel gebruikte bronnen genoemd.

B1.4 Werkwijze

<i>Regio's</i>	
MAM	DRAM
<p>MAM onderscheidt 31 mestregio's. Een mestregio omsluit één of meerdere gemeentegrenzen en meerdere mestregio's vormen een provincie. Een gemeente of regio kan dus niet in meerdere regio's of provincies liggen. De gebiedsindeling is gebaseerd op de volgende voorwaarden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - geografisch continue gebieden. Bovendien moeten uit die gebieden de provincies af te leiden zijn; - de overschotten en tekorten aan mest moeten in elk deel van het gebied zoveel mogelijk homogeen zijn. Aan deze voorwaarde is niet altijd voldaan onder andere vanwege de eerste eis; - de structuur van het gebied dient gelijk te zijn. Dus niet een aantal gemeentes met overwegend rundvee en een aantal met overwegend varkenshouderij en akkerbouw; - het aantal gebieden dient beperkt te blijven tot circa 30. <p>(uit Wijnands en Luesink, 1984)</p>	<p>DRAM onderscheidt 14 regio's, gelijk aan het BIN. De regio's zijn geselecteerd op basis van de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - homogeniteit van de bodem (zand, klei en veen); - regionale concentratie van agrarische productie in Nederland en de gerelateerde concentratie van milieueffecten. <p>De regio's zijn niet provinciegebonden en hoeven niet aaneengesloten te liggen (Helming, 2005).</p>

Sectoren

MAM	DRAM
MAM onderscheidt voor de melkveehouderij twee regio's: noordwest en zuidoost. Deze indeling is gebaseerd op het rantsoen: in het zuidoosten is dit gebaseerd op gras met een groot aandeel maïs en in het noordwesten is dit hoofdzakelijk gras (WUM). Alle diercategorieën (kunnen) worden meegenomen, maar meestal gebeurt dit in geaggregeerde vorm (zie bijvoorbeeld Luesink, 2000) in verband met beperkingen door Lineaire Programmering (LP).	Het model onderscheidt negen melkveehouderijactiviteiten die zijn opgebouwd uit een matrix van drie bemestingstrappen op grasland (laag, gemiddeld, hoog) met de daarbij behorende opbrengsten en drie melkproductieniveaus (laag, gemiddeld, hoog) (Helming, 2005). Een aantal diercategorieën wordt niet meegenomen: schapen, geiten, kalkoenen, eenden, konijnen en pelsdieren.

Grond

MAM	DRAM
Het areaal landbouwgrond komt uit de LBT. Het areaal niet-getelde grond is bepaald door het CBS (Haag, 2000). De grondsoorten zijn niet bekend binnen de LBT. De gegevens worden daarom betrokken bij het RIVM. In dit bestand worden verhoudingen aangegeven van de verschillende grondsoorten per gemeente. Er wordt een tabel aangemaakt met de hectares en de verhouding van grondsoorten en vervolgens worden de hectares verdeeld naar gewas per grondsoort per gemeente (Groenwold et al., (2001: 53)).	DRAM gebruikt de LBT als basis voor de bepaling van het areaal landbouwgrond. In DRAM worden echter niet alle gewassen meegenomen en daardoor wordt ook niet het hele landbouwareaal meegenomen. Het areaal niet-getelde grond wordt in DRAM ook niet meegenomen. De grondsoorten worden gehaald uit het IN. Zowel in DRAM als in het IN is de gebiedsindeling gebaseerd op de grondsoort.

Gewassen

MAM	DRAM
Het aantal gewassen in MAM is in principe alleen beperkt door de LP. Alle gewassen uit de LBT kunnen worden gebruikt, of worden geaggregeerd in gewassoorten.	<p>In DRAM worden de volgende gewassen onderscheiden:</p> <ul style="list-style-type: none">- granen (tarwe, gerst, rogge, haver, maïsgraan, spelt);- consumptieaardappelen;- pootaardappelen;- zetmeelaardappelen;- suikerbieten;- voedergewassen (voederbieten, voederaardappelen, voergraan, overige voedergewassen);- marktgewassen (koolzaad, karwijzaad, vlas, graszaad, overige marktgewassen);- peulvruchten (erwten, bonen, overig);- uien (zaad- en plantuien, zaaiuien, zilveruitjes, overige uien);- groente, extensief (spinazie, selderij, cichorei, winterpeen, overig);- groente, intensief (prei, spruiten, aardbei, asperge, kool, overig);- overige groente (erwten groen geoogst, snij-/sperzie-/sla-/prinsessenboon op stam, tuin-/veld-/paardenboon);- bloembollen;- snijmaïs;- gras;- niet-voedergewas (groenbemester, braakland, snel groeiend hout, productie hout, overig).

Dieren

MAM	DRAM
Alle dieren aantallen worden uit de LBT gehaald.	Het jongvee wordt niet uit de LBT gehaald, maar berekend. In het IN wordt berekend wat het aantal geproduceerde kalveren per melkkoe is. Er wordt vanuit gegaan dat 37% voor eigen vervanging is, 13% voor de vervanging van vleesvee en 50% naar de vleeskalverhouderij gaat (Helming, 2005).

Huisvesting

MAM	DRAM
Bij de LBT wordt voor wisselende jaren en wisselende methoden (integraal en steekproef) gevraagd naar het voorkomen van stalsystemen. Omdat hier geen vaste structuur in zit kan daar bij de berekening van de ammoniakemissie op bedrijfsniveau geen rekening mee worden gehouden, omdat niet elk jaar het Mest- en Ammoniakmodel hierop kan worden aangepast (Luesink, 2003). Het LEI heeft in 2003 bij het CBS een verzoek ingediend om een vaste structuur en integrale telling te realiseren. Dat verzoek is door het CBS inmiddels gehonoreerd en de exacte invulling van de vraagstelling voor het jaar 2004 heeft inmiddels plaatsgevonden (Hiethaar, 2003).	In DRAM worden geen huisvestingsystemen onderscheiden. Deze verschillen in vervluchtigingspercentage (VP) zijn verwerkt in de VP per diersoort.

Mestvolume en mineralenexcretie

MAM	DRAM
De mestproductie en mineralenexcretie in MAM komen van het CBS (2001) en de WUM. Als de cijfers veranderen, dan worden deze in MAM aangepast.	In de LBT is de mestexcretie niet gedifferentieerd naar melkproductie per koe, in het IKC-V wel. Een vaste correctiefactor per melkkoe per regio is gebruikt om de gemiddelde regionale mestproductie per koe, inclusief kalveren en vaarzen, gelijk te stellen aan de excretiewaarden van het CBS (Helming, 2005).

Werkzame deel uit dierlijke mest

MAM	DRAM
De werkzaamheid van stikstof uit dierlijke mest wordt in een aantal stappen afgeleid: <ul style="list-style-type: none">- bepaling verdeling stikstoffracties in mest;- bepaling aanwendtijdstop;- afleiding werkingscoëfficiënten. ad 1. Bron IKC-Landbouw, vermeld in van Dijk 1999. ad 2. Bron Van Staalduinen et al. (2001). ad 3. bronnen Dekker, 2001 en Van Dijk, 1999.	Definitie: het aandeel nutriënten in dierlijke mest uitgedrukt in kunstmestequivalenten (Helming, 2005). Werkingscoëfficiënten gelijk aan MAM, volgens Van Staalduinen et al., 2001:128-129

Aanwendingskosten

MAM	DRAM
Is nog steeds Luesink (1993). Behalve zodenbemester/injecteur, sleufkouter en sleepvoeten. Wel gebaseerd op Luesink (1993). Sleufkouter en Sleepvoeten zijn nieuwe systemen die pas in de '90er jaren er zijn gekomen. Op basis van 'expert judgment' is er een bedrag aangekoppeld. Het model heeft een bedrag nodig en er was te weinig tijd om exact uit te zoeken wat de kosten waren.	Voor de aanwendingskosten worden door Helming (2005) gegevens gepresenteerd die komen uit de Oudendag en Luesink (1997). Oorspronkelijk komen de gegevens van Van Horne et al. (1995) en zijn vervolgens bewerkt om de aanwendingskosten per m ³ dierlijke mest te krijgen.

Transportafstanden en kosten

MAM	DRAM
<p>De transportafstanden van dierlijke mest tussen regio's zijn berekend vanaf het centrum van de ene regio tot het centrum van de andere regio. De gehanteerde transportafstanden zijn de afstand hemelsbreed vermenigvuldigd met 1,3.</p> <p>Tussen overschotgebieden onderling en tussen tekortgebieden onderling is er geen transport verondersteld.</p> <p>Ook binnen gebieden vindt transport plaats. Deze transporten zijn:</p> <ul style="list-style-type: none">- in overschot- en tekortgebieden van overschot naar tekortbedrijven 3 km;- in tekortgebieden van tussenopslag naar de akkerbouwer 3 km;- mestkalverdrijfmest naar een voorzuiveringsinstallatie 15 km;- mest en mestproducten naar een centrale verwerkingseenheid 20 km;- voor producten, die bij een verwerkingsinstallatie vrijkomen, wordt als ze binnen het gebied afgezet worden een transportafstand van 3 km in rekening gebracht. <p>(Wijnands en Luesink, 1984).</p>	<p>De transportkosten van dierlijke mest tussen regio's is gebaseerd op de kosten per km per eenheid maal de afstand tussen de regio's en tussen de middelpunten van de regio's (Helming, 2005). Deze afstanden zijn overgenomen van Bakker (1985).</p>

Mestexport en -verwerking

MAM

De im- en exportcijfers van dierlijke mest komen via Bureau Heffingen van het CBS en van het Bureau Mestafzet (BMA) (Van Staalduinen (2001:53-55).

Voor de verwerking worden meestal fictieve kosten gebruikt. Als de werkelijke kosten worden ingevoerd wordt er geen mest verwerkt omdat distributie altijd goedkoper is. Daarom worden er momenteel in de modelberekeningen zeer lage kosten voor mestverwerking gezet en de omvang van mestverwerking wordt op een maximum gezet. Met deze systematiek wordt altijd het maximum gehaald. Als de werkelijke kosten gebruikt worden, dan is de bron Van Horne (1995).

DRAM

De im- en exportcijfers van dierlijke mest komen via Bureau Heffingen van het CBS en van het Bureau Mestafzet (BMA) (Van Staalduinen (2001:53-55).

Aangenomen wordt dat de export van dierlijke mest hoofdzakelijk bestaat uit kippenmest. Export prijzen en verwerkingskosten van dunne kalverenmest zijn gelijk aan de mestprijzen in de mestexporterende regio's.

Kunstmestgebruik en -prijzen

MAM

De kunstmestgiften uit het IN worden per jaar berekend. De giften worden gevalideerd met de resultaten uit de nationale kunstmeststatistieken van het LEI. De kunstmestprijzen komen uit de prijsstatistieken van het LEI en worden iedere twee à drie jaar aangepast in MAM.

DRAM

DRAM gebruikt twee bronnen voor de berekening van de kunstmestbehoefte:

- het IN;
- de behoefte op basis van het bemestingsadvies

Adviesbemesting

MAM

Voor de adviesbemesting zou kunnen worden uitgegaan van Van Staalduinen (2001:130). Vanaf de Milieubalans 2002 wordt uit IN gebruikt als bron van de hoeveelheid kunstmest die per ha per provincie wordt toegediend. De uitkomsten worden gekalibreerd met de kunstmeststatistiek van het LEI.

DRAM

Voor de melkveehouderij is het bemestingsadvies voor grasland gebaseerd op gegevens uit het IKC-V (1993). Het bemestingsniveau is hier afhankelijk van het melkquotum per ha.

De belangrijkste bron voor de akkerbouw is het IKC-agv (1994). Hieruit worden normatieve figuren gebruikt om de minimale nutriënten behoefte te bepalen. Het werkelijke gebruik van dierlijke mest en kunstmest per gewas wordt in DRAM berekend.

Dierlijke mestgift

MAM	DRAM
<p>Voor de berekening van de mestoverschotten van 2003 worden onderstaande vergelijkingen toegepast. De maximale dierlijke mestgift voor stikstof op bouwland wordt berekend met de volgende vergelijkingen, waarbij aan alle voorwaarden moet worden voldaan:</p> <ul style="list-style-type: none">- $\text{max.dierlijke mestgift} \leq \text{verliesnorm} + \text{gewasafvoer} - \text{aanvoer kunstmest}$;- $\text{WC} * \text{max.dierlijke mestgift} + \text{aanvoer kunstmest} \geq \text{adviesgift}$;- $\text{max.dierlijke mestgift} \leq \text{verliesnorm} / (1 - \text{WC})$;- $\text{aanvoer kunstmest} \geq \text{minimale kunstmestgift}$;- $\text{WC} = \text{WC N-mineraal} * \text{fractie N-mineraal} + \text{WC N-organisch} * \text{fractie N-organisch}$ <p>Waarin: WC = werkingscoëfficiënt stikstof in dierlijke mest; N-mineraal = minerale stikstof in dierlijke mest; N-organisch = organisch gebonden stikstof in dierlijke mest. Voor andere onderzoeken worden deze voorwaarden niet altijd gebruikt.</p>	<p>Het gebruik van dierlijke mest op akkerbouwgewassen is gebaseerd op waargenomen gedrag, zoals in het BIN wordt weergegeven (Helming, 2005). Regionale verschillen in maximale mesttoediening op akkerbouwgewassen komen van waargenomen nutriëntenoverschotten op akkerbouwbedrijven op regionaal niveau (De Hoop ed., 2002).</p>

Acceptatiegraden

MAM	DRAM
<p>MAM gebruikt als definitie van acceptatiegraden: de mate waarin een boer de plaatsingsmogelijkheden voor bedrijfsvreemde mest wenst op te vullen (Luesink, 2002, p.13). Naast de acceptatiegraden uit het IN kunnen gegevens uit de LBT gebruikt worden voor het aantal aanwezige dieren per diersoort en de gewasoppervlakte per gewas en data van een cd-rom met daarop de aan- en afvoer van mest in volume.</p>	<p>De acceptatiegraden voor dierlijke mest komen uit het IN. Acceptatie van dierlijke mest op het overige grasland en maïsland wordt berekend als functie van de mestnormen in het referentiepunt en de eigen mestproductie in het referentiepunt.</p>

Ammoniakemissie

MAM	DRAM
De uitgangspunten voor de ammoniakemissie worden bepaald door het RIVM. Maar kunnen ook bij het IMAG of uit onderzoeken vandaan komen.	De ammoniakemissie wordt bepaald in het referentiepunt.

B1.5 Discussie

In de discussie zal worden ingegaan op de overeenkomsten tussen de invoervariabelen. Vervolgens zal worden besproken welke verschillen in de uitvoer kunnen plaatsvinden, ondanks dezelfde bron van de invoervariabelen.

Overeenkomsten invoervariabelen

Zowel MAM als DRAM halen de meeste informatie uit de LBT. Het gaat hierbij vooral om informatie omtrent de sectoren, arealen, gewassen en dieraantallen. De gegevens over de mestproductie en mineralenexcretie per diersoort komen van het CBS en van de WUM, maar hier wordt door beide modellen op een andere manier een verfijning in aangebracht.

Het werkzame deel van de mineralen wordt in beide modellen op dezelfde wijze berekend. Dit staat beschreven in Van Staalduinen et al. (2001). Waarbij voor MAM moet worden aangemerkt dat deze methode niet vast staat, maar afhankelijk is van de wensen van de opdrachtgever. Beide modellen gebruiken het Informatienet voor de bepaling van het kunstmestgebruik en de acceptatiegraden, maar MAM gebruikt aanvullende gegevens voor de validatie.

Cijfers over de im- en export van mest hebben in beide modellen dezelfde bron.

Verschillen invoervariabelen

DRAM neemt een aantal soorten grondgebruik niet mee in de berekeningen, terwijl MAM in feite alle soorten grondgebruik kan meenemen (inclusief niet-getelde grond). Dit heeft als consequentie dat in DRAM de mest op minder hectares geplaatst kan worden. Aangezien het vooral grond betreft dat geen of weinig dierlijke mest krijgt is de verwachting dat het effect op de mestallocatie en ammoniakemissie gering zal zijn.

De grondsoorten in MAM komen van het RIVM en zijn op gemeenteniveau bepaald, voor DRAM komen de grondsoorten uit het IN en zijn op regioniveau bepaald. Dat betekent dat MAM een fijnere verdeling van de grondsoorten heeft, wat van invloed is op de verdeling van uitrijsystemen, de kunstmestgiften en de werkingscoëfficiënten in MAM en de tevens de gebruiks- en verliesnormen in DRAM. Het aggregatieniveau voor het onderscheiden van grondsoorten zal daardoor invloed hebben op de allocatie van mest en de plaatsingsruimte van dierlijke mest en kunstmest.

De jongveebezetting wordt in DRAM berekend met behulp van het Informatienet. Deze informatie wordt echter niet gecontroleerd met de LBT. Hierdoor is de kans reëel dat de jongveebezetting in DRAM niet overeenkomt met de jongveebezetting in MAM. Dit zal

doorwerken in de berekening van de mestproductie en de berekende ammoniakemissie. In DRAM zal dit ook gevolgen hebben voor de financiële resultaten aangezien uit de LBT blijkt dat de jongveebezetting de laatste jaren een dalende tendens vertoont.

De mestproductie en mineralenexcretie komt in hoofdlijnen voor beide modellen uit dezelfde bron, cijfers van het CBS en de WUM. Het is niet duidelijk in hoeverre in DRAM deze cijfers actueel zijn, maar in MAM worden altijd de meest recente cijfers gebruikt. DRAM past een fijnere verdeling toe bij de mineralenexcretie, omdat de mineralenexcretie afhankelijk is van de melkproductie per koe. De gemiddelde landelijke mineralenexcretie komt overeen met de cijfers van de WUM. Deze methode heeft wel tot gevolg dat ammoniakemissie voor een vergelijkbare regio als MAM anders zal zijn. Tevens beïnvloedt deze verfijning de mestoverschotten, het kunstmestgebruik en de allocatie van mest.

In MAM worden aanwendingskosten gebruikt uit Luesink (1993). Voor een aantal aanwendingstechnieken zijn de kosten later bepaald met behulp van 'expert judgment'. DRAM gebruikt aanwendingskosten van Van Horne et al. (1995). Een nadere analyse zal moeten uitwijzen in hoeverre de kosten overeenkomen en of de aanwendingskosten aan revisie toe zijn.

De berekening van de transportafstanden zijn voor beide modellen verschillend. Wijnands en Luesink (1984) hebben voor MAM de afstanden berekend van het centrum van de ene regio tot het centrum van de andere regio vermenigvuldigd met 1,3. Bakker (1985) heeft de transportkosten voor DRAM baseert op de afstand tussen de regio's en de afstand tussen de centra van de regio's. In MAM vindt ook binnen gebieden transport van mest plaats en door Wijnands en Luesink (1984) is uitvoerig beschreven in welke specifieke situaties de mest over welke afstand wordt vervoerd. DRAM houdt geen rekening met mesttransport binnen een regio om een regio als een bedrijf wordt gezien.

MAM rekent per bedrijf de plaatsingsruimte en het mestoverschot uit. Tekortbedrijven zullen vervolgens mest aanvoeren op basis van acceptatiegraden. Dat wil zeggen dat regionaal nooit 100% de plaatsingsruimte benut zal worden. Hier zou in DRAM rekening mee gehouden moeten worden door de acceptatiegraden van MAM om te rekenen en niet een op een te kopiëren.

Mestverwerking is in MAM meestal gebaseerd op fictieve kosten, omdat mestverwerking anders altijd te duur is ten opzichte van distributie. In DRAM wordt aangenomen dat alleen kippenmest wordt geëxporteerd en dat alleen dunne kalverenmest wordt verwerkt.

Het kunstmestgebruik komt in beide modellen deels uit het Informatienet. MAM valideert het kunstmestgebruik met resultaten uit de nationale kunstmeststatistieken van het LEI, terwijl DRAM naast het Informatienet de behoefte op basis van het bemestingsadvies gebruikt. Uiteraard wordt in DRAM ook het totale kunstmestgebruik gevalideerd op basis van nationale kunstmeststatistieken.

Voor de akkerbouw wordt in DRAM de adviesbemesting van het IKC-agv (1994) gevolgd en voor de melkveehouderij het IKC-V (1993). MAM maakt gebruik van recentere cijfers voor de akkerbouw (Van Dijk, 1999) en er wordt verondersteld dat de bemestingstoestand 'ruim voldoende tot goed' is. Het bemestingsadvies in MAM is gebaseerd op recentere adviezen dan die in DRAM. Het bemestingsadvies voor de melkveehouderij in DRAM is verfijnder dan in MAM, doordat het bemestingsniveau afhankelijk is van het melkproductieniveau. In DRAM is het berekende gebruik van dierlijke mest en kunstmest per

gewas meteen het eindresultaat, terwijl het berekende gebruik van kunstmest in MAM wordt gevalideerd met de gegevens uit de kunstmeststatistiek.

In de laatste berekeningen voor de Milieubalans (2004) wordt er niet meer gebruikge- maakt van de adviesbemesting, maar wordt het Informatienet gebruikt om de allocatie van kunstmest per hectare per gewas te bepalen. De resultaten worden vervolgens geijkt met de kunstmeststatistiek van het LEI. Deze nieuwe methode geeft waarschijnlijk het beste weer hoe in de praktijk wordt omgegaan met de kunstmest. In de praktijk wordt namelijk niet door iedereen op dezelfde manier omgegaan met het bemestingsadvies, als het al wordt gebruikt.

Door deze verschillende berekeningswijzen is het waarschijnlijk dat het leidt tot andere hoeveelheden geplaatste en te plaatsen mest en verschillen in kunstmestgebruik.

De dierlijke mestgift wordt in de modellen verschillend berekend. In MAM wordt de bepaling van de maximale dierlijke mestgift berekend aan de hand van een aantal vergelijkin- gen, terwijl DRAM gebruik maakt van gegevens uit het Informatienet. Deze twee methoden zijn in principe niet in overeenstemming met elkaar. In MAM kan ook op de DRAM-wijze omgaan met de dierlijke mestgift of een andere gewenste methode en zit niet vast aan de wij- ze zoals die wordt beschreven in Van Staalduinen (2002).

Vervluchtigingpercentages voor de berekening van de ammoniakemissie komen voor MAM van het RIVM. Voor DRAM is niet duidelijk waar ze precies vandaan komen en of ze gelijk zijn aan MAM.

Acceptatiegraden worden in MAM bepaald op bedrijfsniveau en vervolgens geaggre- geerd naar het niveau van de mestregio. Acceptatiegraden hebben betrekking op de acceptatie van bedrijfsvreemde mest. In DRAM wordt de acceptatiegraad bepaald op het niveau van het gewas en wordt geen onderscheid gemaakt naar bedrijfsvreemde mest en mest van het eigen bedrijf.

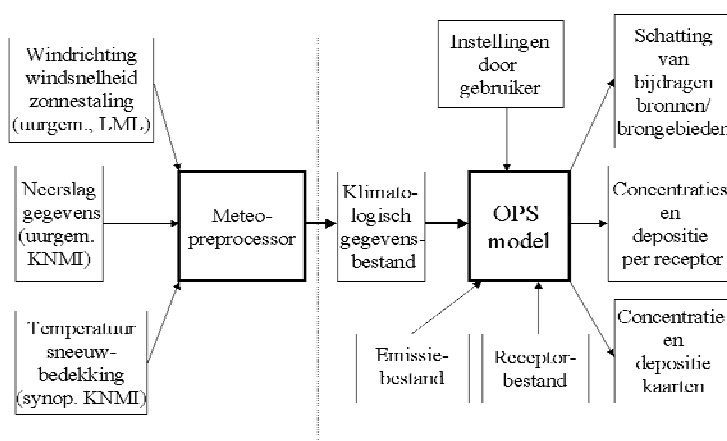
Bijlage 2 Het OPS-model

In deze bijlage wordt een beschrijving gegeven van het Operationeel Prioritaire Stoffen (OPS) model. De tekst is overgenomen van een bijlage (concept) van het rapport INITIATOR. Deze bijlage is geschreven door en verkregen van B. van Hove van Alterra (Hove, 2004).

Modelopzet

Het model OPS is een model voor de berekening van gemiddelde concentraties in de lucht en de depositie vanuit de atmosfeer. De invoer bestaat uit emissies vanuit bronnen naar de lucht, waarbij broneigenschappen als uitworphoogte en dergelijke bepalend zijn voor de verspreiding. De uitvoer bestaat uit concentratie- en depositievelden met een te kiezen ruimtelijke resolutie. Standaard is een landelijke kaart op 5x5 km schaal uitgevoerd in het RDM-coördinatenstelsel. Het OPS-model is bedoeld als een universeel model, geschikt voor een reeks van stoffen (Van Jaarsveld, 1995). Sinds 1989 is de verspreiding en depositie van ammoniak in het model opgenomen.

Figuur B1.2 geeft een schematisch overzicht van de opbouw van het OPS-model.



Figuur B1.1 Schematisch overzicht van de opbouw van het OPS-model

- Het model bestaat uit 2 hoofdmodules, welke afzonderlijk worden gebruikt:
- een speciale meteo-'preprocessor' die uit standaard meteorologische waarnemingen de stabiliteit van de atmosfeer, de hoogte van de menglaag en de transportrichting berekent. Deze zijn bepalend voor de horizontale en verticale verspreiding van de luchtverontreinigende component;
 - het model dat de eigenlijke verspreiding- en depositieberekeningen uitvoert.

Meteo-berekeningen

De invoergegevens van de meteo-preprocessor bestaan uit windrichting en windsnelheid op twee hoogten, neerslaggegevens, globale straling (of bewolkingsgraad), temperatuur en sneeuwbedekking. Als alternatief kan de pre-processor worden aangestuurd door trajectorieën afgeleid uit de uitkomsten van numerieke modellen voor de weersvoorspelling (De Waal and Van Pul, 1995). De preprocessor behoeft slechts een keer voor iedere periode (maand, seizoen, jaar of aantal jaren) en voor ieder receptorgebied gedraaid te worden.

De resultaten worden in tabellen opgeslagen in een 'database'. Het model maakt hieruit een selectie, afhankelijk van het opgegeven receptorgebied en de gewenste periode.

Verspreidingsberekeningen

Op korte afstand van de bron maakt het model gebruik van de Gaussische dispersieformule om de verticale concentratieverdeling (de 'rookpluim') te beschrijven. Dit wordt gedaan voor 12 vaste windrichtingsectoren. Op grotere afstand van de bron is de concentratie van de luchtverontreiniging in de menglaag min of meer constant met de hoogte en werkt het model als een Lagrangiaans trajectorie-model.¹ Het OPS-model combineert dus een Gaussisch pluimmodel (figuur B2.2) voor de lokale verspreiding met Lagrangiaans-model voor meer grootschalige verspreiding (enkele honderden kilometers). Hierdoor is het model in staat zeer lokale broninvloeden (<100 m) te combineren met bijvoorbeeld buitenlandse bijdragen.

Het model OPS beschrijft de drie processen voor de verwijdering van een stof uit de atmosfeer: droge depositie, natte depositie en chemische omzetting.

Droge depositie

In het OPS-model is veel kennis samengebracht om tot een gevalideerde beschrijving van depositieprocessen te komen. De droge depositie flux (F in $\mu\text{g m}^{-2} \text{s}^{-1}$) wordt verondersteld constant met de hoogte te zijn ($F_{z1} = F_{z2}$). De depositieflux wordt als volgt berekend:

$$F = v_d \times C(z) \quad (\text{X.1})$$

Hierin is $v_d(z)$ de depositiesnelheid (m s^{-1}) en $C(z)$ de concentratie ($\mu\text{g m}^{-3}$) op referentiehoogte z . $v_d(z)$ wordt gedefinieerd als de reciproke van drie in seriegeschakelde transportweerstand:

$$v_d = (r_a(z) + r_b + r_c)^{-1} \quad (\text{X.2})$$

De weerstanden $r_a(z)$, r_b en r_c zijn respectievelijk de aerodynamische weerstand tussen 0 en hoogte z , de laminaire grenslaagweerstand aan het oppervlak van de receptor en de oppervlakte weerstand, alle in s m^{-1} . Het model veronderstelt, dat r_a wordt bepaald door de

¹ In deze benadering wordt element gevolgd op zijn baan (traject) door de atmosfeer in de tijd (dus zowel plaats als tijd variëren). Het logboek van een ballonvaarder is een voorbeeld van een Lagrangiaanse beschrijving.

stabiliteit van de atmosfeer in combinatie met de ruwheid van het oppervlak en onafhankelijk van de eigenschappen van de stof. Dichtbij het oppervlak bevindt zich een stilstaande luchtlaag. Hier vindt transport door middel van diffusie plaats, dat afhankelijk is van het molecuulgewicht van de stof. r_b is afhankelijk van zowel de atmosferische stabiliteit als van de eigenschappen van de stof. De weerstand r_c is geheel afhankelijk van de eigenschappen van de stof en van het grondoppervlak.

Natte depositie

Natte depositie bestaat uit 'wash-out' en 'rain-out'. Bij 'wash-out' worden de verontreinigingen ingevangen door regendruppels (below-cloud scavenging), bij rainout worden de verontreinigingen opgenomen door de wolkendruppels (in-cloud scavenging). Washout is belangrijk dichtbij bronnen, wanneer er nog geen interactie tussen de pluim en de wolken heeft plaatsgevonden. Dit proces is vooral voor goed in water oplosbare gassen, zoals ammoniak, van belang. Het rainout proces vindt plaats op grotere afstand van de bron, wanneer de pluim de wolken binnendringt.

Wash-out wordt alleen voor de eerste paar kilometers benedenwinds van een bron berekend volgens:

$$\Lambda_p = \varepsilon \lambda^0 R^{1-\beta} \quad \text{voor deeltjes} \quad (\text{X.3})$$

$$\Lambda_g = \lambda^0 D_g^{1-\alpha} R^{1-\beta} \quad \text{voor goed oplosbare gassen} \quad (\text{X.4})$$

Λ_r is de 'wash-out coëfficiënt' (in h^{-1}), ε is de botsings-'efficiency' afhankelijk van de afmetingen van de deeltjes (Slinn, 1977), D_g de diffusiecoëfficiënt in lucht van het gas ($\text{cm}^2 \text{s}^{-1}$), λ^0 en β zijn parameters die verband houdt met het afmetingsspectrum van de druppels, en R is de regenvalintensiteit (mm h^{-1}).

Op grotere afstand van de bron berekent OPS de combinatie van washout en rainout volgens:

$$\Lambda_r = \frac{W \cdot R}{H} \quad (\text{gassen en deeltjes}) \quad (\text{X.5})$$

Λ_r is de 'effective scavenging coefficient' (in h^{-1}), H is de menkhoogte (m), R de regenval intensiteit (in m h^{-1}) en W de ratio tussen de concentraties in regenwater en in lucht.

Chemische omzetting

Chemische omzetting is belangrijk voor goed in wateroplosbare gassen zoals NH_3 . Voor SO_2 en NH_3 berekent het OPS-model de omzetting naar respectievelijk SO_4^{2-} en NH_4^+ , voor NO_x de omzetting naar HNO_3 en NO_3^- . De algemene vorm van de omzettingssnelheid is:

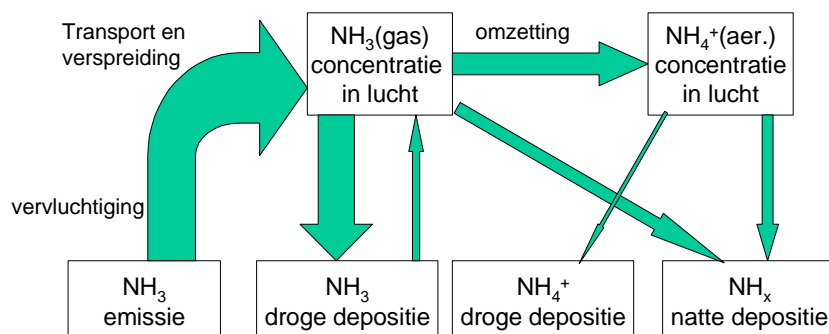
$$conv = a + b \cdot Q_{glob} \quad (X.6)$$

De omzettingssnelheid ($conv$ in $\% \text{ h}^{-1}$) is een functie van een constante omzettingssnelheid (a in $\% \text{ h}^{-1}$) en van een variabele omzettingssnelheid (b in $\% \text{ h}^{-1} \cdot \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$) afhankelijk van de globale straling (Q_{glob} in $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$). Het model berekent de omzettingssnelheid als functie van de meteorologische stabiliteit, het tijdstip op de dag en de periode in het jaar. Uit het tijdsge-middelde voor een bepaalde periode wordt een effectieve omzettingssnelheid afgeleid.

Aanpassingen voor ammoniak

De atmosferische cyclus van ammoniak wordt schematisch weergegeven in figuur B2.2. NH_3 kent een aantal specifieke eigenschappen die de modellering ervan bijzonder maakt:

- NH_3 vervluchtigt bij relatief lage temperaturen; de uitstoot is zeer afhankelijk van meteorologische factoren;
- de emissiehoogte is over het algemeen zeer laag waardoor de verspreiding sterk wordt beïnvloed door lokale omstandigheden (zoals terreinruwheid, obstakels);
- de droge depositiesnelheid is in het algemeen hoog. Dit, in combinatie met de geringe transporthoogte, doet een aanzienlijk deel van de emissie al in de nabijheid van de bron neerslaan;
- NH_3 wordt relatief snel omgezet in ammonium. De omzettingssnelheid is mede afhankelijk van concentraties van SO_2 en NO_2 in de atmosfeer. Op grond van metingen in 1987 werd een constante omzettingssnelheid (a) van $28,8\% \text{ h}^{-1}$ vastgesteld. De omzetting is onafhankelijk van de globale straling ($b=0$).



Figuur B2.2 Atmosferische cyclus van ammoniak. De dikte van de pijlen weerspiegelen het relatieve belang van de processen

Dit alles maakt dat de verblijftijd van NH_3 in de atmosfeer relatief kort is. Wanneer de verspreiding van NH_3 wordt gesimuleerd dan dient het model met name de processen in de onderste meters van de atmosfeer goed te beschrijven. Aan het eind van de jaren tachtig werd daarom het model door Asman and Jaarsveld (1992) voor NH_3 aangepast. Tegelijkertijd werden uitgebreide validatie- en gevoeligheidstests uitgevoerd. In 1995 is het model voor NH_3 op

een aantal punten verder uitgebreid en verbeterd (Van Jaarsveld et al., 2000a). Dit gebeurde in het kader van APV3 (additioneel programma verzuringsonderzoek, 3de fase). De omzettingssnelheid voor ammoniak werd teruggebracht van circa 30% per h naar 10% per h. De belangrijkste reden hiervoor was dat sinds 1980 de SO_2 concentraties sterk zijn gedaald. Naast de specifieke verbeteringen die betrekking hadden op NH_3 , werd de benadering van lokale verspreiding gemoderniseerd (Boermans en Van Pul, 1993). Verder werd een 5x5 km detaillering van een aantal eigenschappen ingevoerd zoals terreinruwheid en landgebruik met een koppeling naar dispersie, transport en depositiesnelheden. Het resultaat was dat de emissie in NH_3 -concentraties in de emissierijke gebieden met ongeveer 15% stegen en dat ammoniumconcentraties met ongeveer 20% daalden vergeleken met de eerste versie van het model. De depositiehoeveelheden veranderden daarentegen nauwelijks. De meest recente aanpassingen werden aan het einde van de jaren negentig uitgevoerd naar aanleiding van de discussie rondom het zogenaamde 'ammoniakgat'. Uit vergelijkende studies bleek dat de met het model berekende concentraties lager waren dan de gemeten concentraties. De belangrijkste verbeteringen betreffen ruimtelijke detaillering, achtergrondsafhankelijke ammoniakomzetting en meteoafhankelijke emissievariatie. Voor een gedetailleerde beschrijving van de aanpassingen wordt verwezen naar Van Jaarsveld et al. (2000b).

Bijlage 3 Procedure voor gecombineerd gebruik van MAM, DRAM en OPS

Deze bijlage beschrijft hoe de doorgifte van de gegevens tussen de modellen gerealiseerd wordt. Er zijn drie onderdelen te onderscheiden, namelijk, het doorgeven van informatie:

- van MAM naar DRAM;
- van DRAM naar MAM;
- van MAM naar OPS.

Aan de orde komt:

- welke informatie uit het ene naar het andere model wordt doorgegeven;
- hoe de vertaling van de output van het ene model vertaald wordt naar input van het andere model;

Van MAM naar DRAM

Het MAM berekent de mestafzet over de verschillende categorieën per mestsoort en per mest-regio. Mestsoorten in MAM worden gekoppeld aan mestsoorten in DRAM. Daarbij wordt uitgegaan van de volgende koppelingstabel:

Tabel B3.1 Relatie tussen mestsoorten in DRAM en in MAM

DRAM	MAM
MANUDCOW	AAG,AAS,ABG,ABS,ADG,ADS,AEG,AES,BBG,BBS,BDG,BDS
MANUMFBE	CBG,CBS,CCG,CCS,DAB
MANUFCAL	EAB
MANUSOWS	GAB,GBB
MANUPIGS	FAB,FBB
MANULHEN	HCB,HAB,HDB,HEB,HFB,HGB
MANUMPOU	IAB

Waarbij:

AAG = Melkvee ligboxdrijfmest stal gras
AAS = Melkvee ligboxdrijfmest stal snijmaïs
ABG = Melkvee grupstaldrijfmest stal gras
ABS = Melkvee grupstaldrijfmest stal snijmaïs
ADG = Melkvee ligboxdrijfmest weide gras
ADS = Melkvee ligboxdrijfmest weide snijmaïs
AEG = Melkvee grupstaldrijfmest weide gras
AES = Melkvee grupstaldrijfmest weide snijmaïs
BBG = Jongveedrijfmest stal gras
BBS = Jongvee drijfmest stal snijmaïs
BDG = Jongveedrijfmest weide gras
BDS = Jongveedrijfmest weide snijmaïs
CBG = Vleesvee droge_mest stal gras
CBS = Vleesvee droge_mest stal snijmaïs
CCG = Vleesvee droge_mest stal snijmaïs
CCS = Vleesveedrijfmest weide snijmaïs

DAB = Stalvleesvee drijfmest
 EAB = Vleeskalverendrijfmest
 FAB = Vleesvarkensdrijfmest norm stal
 FBB = Vleesvarkensdrijfmest arm_1
 GAB = Fokvarkensdrijfmest norm stal
 GBB = Fokvarkensdrijfmest arm_1
 HAB = Leghennendrijfmest
 HCB = Leghennenmest droog deeppit
 HDB = Leghennenmest mestband plus nadroog
 HEB = Leghennenmest mestband overig
 HFB = Leghennenmest scharrel
 HGB = Leghennenmest volière
 IAB = Vleeskuikenmest normale stal

Vervolgens wordt per mestsoort in DRAM, eerste kolom tabel B3.1, de totale mestproductie (=mestvraag) per mestregio berekend, over alle bestemmingen heen. Hierna wordt per mestsoort per mestafzet categorie per mestregio het aandeel in de mestvraag berekend. Vervolgens wordt variabele $manafzet3_{mani,bestemming,mamreg}$, zie vergelijking 10 in de hoofdtekst, berekend aan de hand van bovengenoemde aandelen per mestsoort per mestafzet categorie per mestregio vermenigvuldigd met de mestproductie per mestsoort in DRAM.

De variabele $mestprijs_{mani,mamreg}$, de mestprijs die geldt voor de mestafzet in de eigen regio en buiten de eigen regio, in de doelfunctie van MAM-DRAM, zie vergelijking 8, is nu een functie van de berekende mestafzet op het eigen bedrijf.

Van DRAM naar MAM

In principe fungeert het MAM als input voor het DRAM. Het theoretische uitgangspunt van het DRAM is dat marginale kosten en marginale opbrengsten per dier per regio aan elkaar gelijk moeten zijn. De dieraantallen veranderen doordat in eerste instantie de marginale mestafzetkosten en daarmee de totale marginale kosten toenemen (of afnemen) terwijl de marginale opbrengsten gelijk blijven. De marginale kosten zijn een functie van het aantal dieren, zodat in tweede instantie het aantal dieren daalt (of stijgt), net zolang tot de totale

Tabel B3.2 Relatie tussen de diergroepen in het DRAM en in het MAM

DRAM	MAM
DCOW	melk- en kalfkoeien jongvee voor de fokkerij
MFBE	weide vleesvee stal vleesvee
FCAL	vleeskalveren
SOWS	zeugen
PIGS	vleesvarkens
POUT	legghennen vleeskuikens

marginale kosten en de marginale opbrengsten weer aan elkaar gelijk zijn. Doordat het aantal dieren verandert, wordt ook de vraag naar voedergewassen anders. Hierdoor treedt er een verandering op van het areaal per gewas, waarbij het totale areaal gelijk blijft.

Deze verandering van het aantal dieren en gewasarealen is weer input voor het MAM voor de definitieve berekening van de productie, overschotten, ammoniakemissie en de bodembelasting.

Het DRAM rekent niet met alle diergroepen die in het MAM gebruikt worden en de resultaten worden gepresenteerd op een hoger aggregatieniveau. In tabel B3.2 staat welke diergroep uit het MAM correspondeert met een diergroep uit het DRAM. In de resultaten van het DRAM worden niet de MAM-regio's onderscheiden, maar alleen het overschotgebied oost, het overschotgebied zuid en de overgangsgebieden. In tabel B3.3 staat hoe de regio's over de drie gebieden verdeeld zijn.

Tabel B3.3 Verdeling van de MAM-regio's over de overschot- en overgangsgebieden

Gebied	Regio
overgang	Groningen
	Noord Friesland
	Zuidwest Friesland
	De Wouden
	Veenkoloniën Drenthe
	Drenthe excl. Veenkoloniën
	Noord Overijssel
	Betuwe e.o.
	Utrecht West
	Noord-Holland Noord
	Noord-Holland Zuid
	Zuid-Holland excl. zeeklei
	Zeeklei van Zuid-Holland
	Walcheren, Noord-Beveland, Schouwen-Duiveland
	Zuid-Beveland, Tholen
	Zeeuws Vlaanderen
	West Noord-Brabant
overschot oost	Salland
	Twente
	Noord en Oost Veluwe
	West Veluwe
	Achterhoek
overschot zuid	Utrecht Oost
	West Kempen
	Maaskant Meijerij
	Oost Kempen
	Peel, Land van Cuijk
	West Noord-Limburg
	Zuid Limburg
	Noordoost Polder
	Flevopolder

Het verschil in aantal dieren per diergroep tussen de basisberekening en de scenarioberekening wordt fractioneel (tabel B3.4) in het MAM gezet als de prognose van het aantal dieren. Vervolgens wordt het scenario opnieuw berekend met de nieuwe dieraantallen en kunnen de resultaten worden gerapporteerd.

Tabel B3.4 Fractie per gebied per DRAM-diercategorie tussen basisberekening en scenarioberekening

DRAM	Gebied	fractie
DCOW	overschot zuid	0,964
	overschot oost	0,997
	Overgang	1,000
MFBE	overschot zuid	0,961
	overschot oost	1,018
	Overgang	0,988
FCAL	overschot zuid	0,946
	overschot oost	0,985
	Overgang	0,947
SOWS	overschot zuid	0,904
	overschot oost	0,849
	Overgang	0,947
PIGS	overschot zuid	0,885
	overschot oost	0,770
	Overgang	0,901
POUT	overschot zuid	0,997
	overschot oost	0,996
	Overgang	0,972

De resultaten van de verandering van de gewasarealen is op regioniveau uitgewisseld tussen het DRAM en het MAM. De verschillen tussen de basisberekening en de scenarioberekening worden fractioneel (tabel B3.5) in het MAM gezet als prognose van het gewasareaal.

Het aggregatieniveau waarop de uitwisseling tussen het DRAM en het MAM plaatsvindt is afhankelijk van het doel. Het laagste niveau is het MAM-regioniveau, maar daarboven kan ieder gewenst aggregatieniveau worden gekozen.

Tabel B3.5 *Fractie per regio per DRAM- en MAMgewascategorie¹ tussen basisberekening en scenarioberekening*

regio	HGRT	HMAT	FRAKVEG		OTHAK		HCER		niet ge- teld
	gras	maïs	aardap- pelen	handel	bieten	braak	tarwe	overige	
Groningen	1,000	1,001	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Noord Friesland	1,000	1,001	1,000	1,000	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000
Zuidwest Friesland	1,000	0,999	1,000	1,000	1,040	1,040	1,010	1,000	1,000
De Wouden	1,000	1,001	1,000	1,000	1,001	1,001	0,999	1,000	1,000
Veenkoloniën Drenthe	1,001	1,001	0,999	0,999	1,000	1,000	0,999	1,000	1,000
Drenthe excl. Veenkoloniën	1,000	1,001	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	1,000	1,000
Noord Overijssel	1,000	1,000	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Salland Twente e.o.	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,999	0,999	1,000	1,000
Noord en Oost Veluwe	1,000	1,001	1,000	1,000	0,998	0,998	1,000	1,000	1,000
West Veluwe	1,000	1,001	0,997	0,997	0,998	0,998	0,999	1,000	1,000
Achterhoek	1,000	1,000	1,001	1,001	0,999	0,999	0,999	1,000	1,000
Betuwe e.o.	1,000	1,001	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Utrecht oost	1,000	1,001	0,995	0,995	0,950	0,950	0,997	1,000	1,000
Utrecht west	1,000	1,001	1,000	1,000	1,004	1,004	1,000	1,000	1,000
Noord Noord-Holland	1,000	1,001	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Zuid Noord-Holland	1,000	1,003	1,000	1,000	0,999	0,999	0,999	1,000	1,000
Zuid-Holland excl. Zeeklei	1,000	1,001	1,000	1,000	1,003	1,003	1,000	1,000	1,000
Zeeklei van Zuid-Holland	1,001	1,003	1,000	1,000	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000
Walch N.Bevl SchD.I.	0,946	0,961	1,001	1,001	1,043	1,043	1,007	1,000	1,000
Zuidbevl Tholen St.Ph.I.	1,002	1,002	1,000	1,000	0,998	0,998	1,000	1,000	1,000
Zeeuws Vlaanderen	1,002	1,001	1,000	1,000	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000
West Noord-Brabant	1,000	1,001	1,000	1,000	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000
West Kempen	1,000	1,001	1,000	1,000	0,996	0,996	0,999	1,000	1,000
Maask Meijerij	0,998	1,000	1,000	1,000	1,014	1,014	1,003	1,000	1,000
Oost Kempen	1,001	1,001	1,000	1,000	0,997	0,997	0,998	1,000	1,000
Peel land van Cuyk	0,986	0,998	1,001	1,001	1,041	1,041	1,024	1,000	1,000
Westnoord Limburg	0,991	0,994	1,000	1,000	1,016	1,016	1,009	1,000	1,000
Noord-Limburg Maasval.	1,001	1,001	1,000	1,000	0,999	0,999	0,999	1,000	1,000
Zuid-Limburg	1,001	1,000	1,000	1,000	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000
Noordoost Polder	1,004	1,003	1,000	1,000	0,998	0,998	0,999	1,000	1,000
Flevopolders	1,001	1,001	1,000	1,000	0,999	0,999	0,999	1,000	1,000

Van MAM naar OPS-model

De resultaten van MAM worden doorgegeven aan het OPS model op de volgende wijze. MAM berekent de stikstofproductie uit mest (excretie) per diersoort per grid van 500m x 500m. Daarnaast berekent MAM op gemeenteniveau de ammoniakemissie per bron en mestsoort, de mest- en mineralenproducties per gemeente per mestsoort, de bodembelasting van mineralen per mestsoort, mineraal, gemeente en gewas. Deze gegevens worden in een tekstfile aangeleverd aan RIVM.

¹ De MAM-gewascategorie staat toegelicht in bijlage 1.

RIVM neemt voor haar rekening de vergridding van de ammoniakemissie naar bron per grid van 5*5 km volgens een door RIVM ontwikkeld systeem. LEI voert een controle uit op deze berekening naar de juistheid van de totale ammoniakemissie en de stal en opslagemissie per grid en doet een selectie op gridcellen met minimaal 15 bedrijven. Voor deze werkwijze is een protocol opgesteld in 2003 (zie Luesink, 2003, concept). De gecontroleerde gegevens (excel-file met per gridcel van 5 x 5 km: de x- en y-coördinaat en de ammoniakemissie in gram per seconde) zijn input voor het OPS-model.

Het OPS-model berekent vervolgens de ammoniakdepositie in mol/ha/jaar. De gegevens zijn zowel in kaartvorm als in een tekstbestand aangeleverd.